

5106(4914)71



Library

Bound
A. M. N.
100

NEW YORK ACADEMY 5106(49.4) 71
OF SCIENCES
SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

BULLETIN

TOME XXX: ANNÉE 1901-1902



NEUCHATEL

IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ

1902

SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

BULLETIN

TOME XXX: ANNÉE 1901-1902



NEUCHATEL
IMPRIMERIE WOLFRATH & SPERLÉ

1902

105. 755. Nov. 15.

DES THIOCYANATES D'ARYLES

ET DE LEUR ACTION

SUR

L'ACIDE THIOACÉTIQUE ET LE SULFHYDRATE D'ÉTHYLE

ET

DU THIOCYANATE D'ACÉTYLE

PAR ALBERT SPAHR

INTRODUCTION

Les thiocyanates de la formule générale $CNSR$ forment deux classes de dérivés isomères.

1^o Les thiocyanates normaux, dont la constitution est exprimée par la formule :



2^o Les isothiocyanates ou thiocarbimides, ayant pour formule de constitution :



Suivant la nature du radical, on distingue les thiocyanates alkyliques et les thiocyanates aryliques; les premiers s'obtiennent facilement par double décomposition d'un halogène-alkyle ou d'un alkylsulfate avec un thiocyanate alcalin. Les seconds ne peuvent pas être préparés d'une manière analogue.

C'est en 1875 que M. Billeter indiqua une méthode de préparation des thiocyanates d'aryles, qu'il obtient en faisant agir le chlorure de cyanogène sur les mercaptides de plomb; cette réaction est très nette. En outre, le même auteur constata qu'il se produit aussi des thiocyanates aryliques en traitant un sel de diazobenzène par l'acide thiocyanique, mais que la réaction n'est pas nette, vu qu'elle est accompagnée de la formation de produits secondaires en proportion assez considérable.

Plus tard, M. Gattermann¹, et à peu près en même temps M. Thurnauer² recommandèrent, comme méthode de préparation des thiocyanates aryliques, une modification de la seconde méthode de M. Billeter, en appliquant à la transformation des diazoïques la réaction de Sandmeyer. Cette méthode donnerait, d'après ces auteurs, de meilleurs résultats que les procédés employés par M. Billeter; elle est indiquée dans l'ouvrage de Beilstein comme méthode de préparation.

Or, à l'occasion de quelques articles de M. Berthelot sur les chaleurs de combustion des thiocyanates et des sénévols³, M. Billeter, appelé à s'occuper de nouveau de ces corps, remarqua que les méthodes de préparation de M. Gattermann et de M. Thurnauer donnent des résultats bien moins favorables que ceux de son premier procédé et qu'il est à peu près impossible d'obtenir des corps purs. Il m'a alors engagé à faire une comparaison entre sa méthode et celle de MM. Gattermann et Thurnauer. J'ai profité de l'occasion pour préparer quelques thiocyanates aromatiques nouveaux

¹ Ber. XXIII, 738.

² Ber. XXIII, 769.

³ Comptes rendus CXXX, 441; CXXXII, 57.

au moyen du chlorure de cyanogène agissant sur les mercaptides de plomb, et d'appliquer cette réaction à la préparation du thiocyanate d'acétyle qui n'est pas encore connu; enfin, j'ai étudié les produits d'addition et de décomposition de ces thiocyanates avec l'acide thioacétique et le sulfhydrate d'éthyle. C'est le résultat de ce travail que je vais exposer dans les pages suivantes.

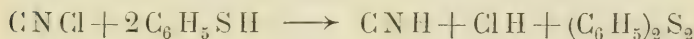
APERÇU THÉORIQUE ET HISTORIQUE

Des méthodes de préparation des thiocyanates d'aryles.

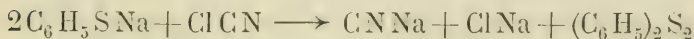
Préparation des thiocyanates

par le chlorure de cyanogène et les mercaptides de plomb.

Pour obtenir le thiocyanate de phényle, M. Billeter essaya d'abord l'action du chlorure de cyanogène sur le sulfhydrate de phényle, combinaison contenant déjà l'atome de soufre lié au radical aromatique; mais il constata qu'une partie du sulfhydrate se transforme en bisulfure de phényle,



Clemm¹ avait déjà montré que le thiophénate de sodium se décompose avec le chlorure de cyanogène en donnant du bisulfure de phényle, du cyanure et du chlorure de sodium:



¹ J. pr. Ch. II, 1, 147.

M. Billeter emploie alors le sel de plomb, qu'il met en suspension dans l'alcool, et il introduit le chlorure de cyanogène. La réaction principale donne le thiocyanate de phényle et le chlorure de plomb. Comme produit secondaire, il se forme un peu de bisulfure de phényle. Par ce procédé, il a préparé, avec d'excellents rendements, les thiocyanates de phényle et de β naphthyle. Gabriel¹ a aussi obtenu le thiocyanate de métaphénylène.

Soit dans le but d'examiner le procédé en lui-même, en vue de la comparaison avec la méthode par diazotation, soit pour me procurer la matière première dont j'avais besoin pour mes recherches ultérieures, j'ai préparé au moyen de ce procédé le thiocyanate de phényle un grand nombre de fois et j'ai constaté que les uniques produits de la réaction entre le chlorure de cyanogène et le thiophénate de plomb sont le thiocyanate de phényle et une très petite quantité de bisulfure de phényle.

Une seule distillation suffit pour éliminer le bisulfure, qui forme le résidu de la distillation (point d'ébullition 310°), et pour obtenir le thiocyanate de phényle parfaitement pur. En effet, dès la première distillation, la totalité du produit passe dans l'intervalle de quelques degrés et plus de 90 % entre 231°,4 et 231°,8. Le liquide distillé est absolument incolore.

Avec tout autant de succès, j'ai préparé par cette méthode les thiocyanates suivants :

1. *Le thiocyanate d'orthotolyle.* — L'huile brute, qui a donné les 98,8 % de la quantité théorique, calculée en thiocyanate, contenait 94,5 % de thiocyanate et

¹ Ber. X, 184.

4,3 % de bisulfure de tolyle. Ce thiocyanate a été décrit par M. Thurnauer comme étant une huile de couleur orangée, de mauvaise odeur, ayant à la pression de 765,5^{mm} un point d'ébullition de 243-246°. Pur, préparé par la méthode du chlorure de cyanogène, c'est un liquide incolore, mobile, odeur caractéristique des thiocyanates. A la pression de 10^{mm}, il bout à 117°,2 et à la pression de 717^{mm} il bout de 242,8-243°,4 en dégageant un peu d'acide cyanhydrique. Sa densité à 15° est 1,1266.

2. *Le thiocyanate de paratolyle* (huile brute 99 %; thiocyanate 95,1 %; bisulfure 3,8 %). — D'après la description de Thurnauer, c'est une huile à odeur douceuse désagréable, ayant un point d'ébullition de 245-250° à la pression de 765,5^{mm}. Pur, c'est un liquide mobile, incolore, odeur intense assez agréable; à la pression de 11^{mm} son point d'ébullition est 118° et à 717^{mm} 244,4-245°,1; sa densité à 15° est 1,1196.

3. *Le thiocyanate de chlorophényle*. — Corps solide se présentant à l'état de magnifiques aiguilles blanches, d'un éclat soyeux; solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène; point de fusion 31°,8.

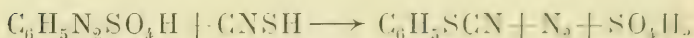
4. *Le thiocyanate de parabromophényle* est un corps solide, blanc, cristallisant en aiguilles d'un éclat soyeux; soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène. Point de fusion, 50°,2. J'ai obtenu les 93 % de la quantité théorique.

5. *Le thiocyanate de paranitrophényle* (83 % de la quantité théorique) est un corps solide, légèrement coloré en jaune, soluble dans l'alcool et l'éther et cristallisant en petites aiguilles. Point de fusion 124°,2.

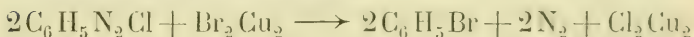
Le côté faible de la méthode consiste dans la nécessité de travailler avec le chlorure de cyanogène. Comme je le ferai voir dans la partie expérimentale, je crois avoir réussi à simplifier cette préparation, de manière à en faire une opération qui n'offre plus aucun inconvénient sérieux.

Préparation des thiocyanates par la méthode des diazoïques.

M. Billeter constata qu'il se forme du thiocyanate de phényle en faisant agir l'acide thiocyanique sur le sulfate de diazobenzène, mais que le rendement est très faible :



Lorsque Sandmeyer eut montré que les composés diazoïques, chauffés avec le chlorure ou le bromure cuivreux, échangent leur groupe diazoïque contre un atome de chlore ou de brome avec une grande facilité, et que la réaction s'accomplit avec beaucoup de netteté, conformément à l'équation :

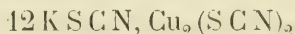


il était naturel de penser que le thiocyanate cuivreux devait agir d'une manière analogue sur les diazoïques et que la réaction serait beaucoup plus nette qu'avec l'acide thiocyanique.

MM. Gattermann et Haussknecht, et quelque temps après M. Thurnauer, ont employé le thiocyanate cuivreux pour la préparation des thiocyanates aromatiques. M. Gattermann diazote le sulfate d'aniline par la méthode habituelle et introduit dans la solution du sulfate de diazobenzène une solution aqueuse de thio-

cyanate de potassium, puis, peu à peu, en remuant continuellement, une pâte de thiocyanate cuivreux. Il affirme que le rendement est supérieur à celui que donne la méthode de M. Billeter.

M. Thurnauer, au lieu de thiocyanate cuivreux, emploie la solution d'un sel double de thiocyanate cuivreux et de thiocyanate de potassium ayant la formule :



Il a préparé les thiocyanates de phényle, d'ortho- et de para-tolyle. C'est seulement avec celui d'ortho-tolyle qu'il a examiné les rendements; dans l'opération la mieux réussie, il obtient 69 de thiocyanate, à partir de 109 de toluidine, ce qui fait un rendement de 40 %.

J'ai examiné les deux méthodes en variant les conditions de l'opération, mais sans sortir des indications données par les auteurs et j'ai obtenu les résultats suivants :

Le procédé de MM. Gattermann et Haussknecht a été exécuté six fois pour le thiocyanate de phényle, la méthode de M. Thurnauer a été appliquée deux fois à la préparation du thiocyanate de phényle, deux fois à celle du thiocyanate d'ortho-tolyle et une fois à celle du thiocyanate de para-tolyle.

Les deux méthodes ont donné des résultats semblables.

On obtient, en huile brute, distillée à la vapeur d'eau, de 40 à 50 % (dans le cas de la paratoluidine encore beaucoup moins) de la quantité théorique calculée pour le thiocyanate. Mais les produits sont loin d'être purs et ce n'est qu'après un fractionnement

méthodique qu'on parvient à en extraire un produit à peu près pur, encore coloré et distillant dans l'intervalle de plusieurs degrés. Les rendements définitifs sont naturellement assez faibles et n'atteignent, par exemple pour le thiocyanate de phényle, que les 27 % de la théorie.

Il résulte donc de mes nombreux essais qu'au point de vue de la netteté des réactions, des rendements et surtout de la pureté des produits, le procédé par diazotation ne soutient pas, même dans sa nouvelle forme, la comparaison avec le procédé par le chlorure de cyanogène et les mercaptides de plomb.

Ce n'est que lorsqu'il s'agit de préparer rapidement une petite quantité d'un thiocyanate aryle à peu près pur, à partir d'une amine facilement accessible, que le procédé par diazotation se recommandera. Mais dès qu'on voudra se procurer des quantités plus grandes d'un produit très pur, la méthode de M. Biller se recommande.

Lorsque le commerce ou l'industrie offriront à bon marché les acides sulfoniques ou même les sulfochlorures — comme c'est le cas pour les sulfochlorures d'ortho- et de para-tolyle qui se fabriquent en vue de la préparation de la saccharine Fahlberg — cette dernière méthode est de toute manière préférable.

MM. Gattermann et Haussknecht recommandent même de préparer les thiophénols par la décomposition, au moyen du sulphydrate de potassium, des thiocyanates obtenus par diazotation. Etant donné la facilité et la netteté avec laquelle les thiophénols s'obtiennent par réduction des sulfochlorures avec l'étain et l'acide chlorhydrique et, d'autre part, les

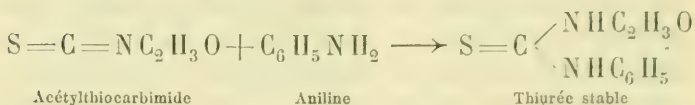
résultats insuffisants de la méthode par diazotation, il ne peut pas être question de prendre cette recommandation au sérieux.

Dans leur communication, MM. Gattermann et Haussknecht prétendent que leur méthode donne de meilleurs rendements que celle de M. Billeter et c'est sans doute pour cette raison que l'ouvrage de Beilstein indique, comme méthode de préparation des thiocyanates aromatiques, la décomposition des diazoïques par le thiocyanate cuivreux. Or, d'après ce que nous venons de voir, il est évident que MM. Gattermann et Haussknecht entendent par la méthode de M. Billeter celle de la décomposition du diazobenzène par l'acide thiocyanique; mais M. Billeter ne donne pas cette décomposition comme méthode de préparation, il indique seulement qu'il se forme un peu de thiocyanate dans cette réaction.

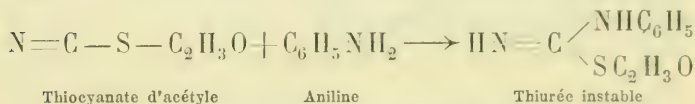
Du thiocyanate d'acétyle.

Le corps qui résulte de l'action du thiocyanate de plomb sur le chlorure d'acétyle figure dans les ouvrages modernes sous le nom de thiocyanate d'acétyle. Il y a trente ans, lorsqu'on ne distinguait pas les thiocyanates des sénévols, on l'appelait sénévol, tandis que plus tard, conformément à sa formation on le considérait comme un thiocyanate. Dixon, qui a préparé des thiurées par l'action de ce corps sur les amines et qui a décrit des dérivés analogues qu'il a obtenus avec les chlorures d'autres acyles, les traite de thio-carbimides sans que nous ayons pu trouver un passage dans lequel il discute spécialement la constitution de

ce corps. Avant d'avoir eu connaissance des travaux de Dixon, M. Billeter était aussi arrivé à la conclusion que ce thiocyanate d'acétyle n'est pas un thiocyanate, mais bien un sénévol, et cela pour deux raisons. D'abord, parce que sa décomposition en sulfure de carbone et probablement en diacétyl-cyanamide, ne s'explique qu'en lui donnant la constitution des thiocarbimides. Secondement : le fait qu'il se combine avec l'aniline en formant l'acétylphénylthiurée stable de M. Hugershoff ne s'explique également qu'avec cette constitution :

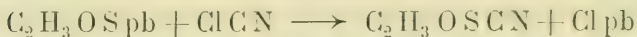


Avec le thiocyanate d'acétyle, nous aurions :



M. Billeter donne à la thiurée instable la formule que je viens d'indiquer.

M. Billeter a supposé qu'on obtiendrait le thiocyanate d'acétyle en traitant le thioacétate de plomb par le chlorure de cyanogène; le soufre étant déjà lié au radical acétyle, CN remplacera le plomb :



En faisant un essai dans ce sens, il constata la présence du bisulfure d'acétyle comme produit principal. Reprenant cet essai, j'ai obtenu un liquide dont l'odeur excessivement piquante rappelle tout à fait l'acétylthiocarbimide. Dans un mélange réfrigérant,

une partie de ce liquide se prend en belles tables blanches, solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther et ayant un point de fusion de 60-61°; elles sont formées par du sulfure de cyanogène. Le liquide est un mélange de thiocyanate d'acétyle et d'acétylthiocarbimide, mais il est impossible de les séparer, car le thiocyanate se transforme déjà à la température ordinaire et plus rapidement pendant la distillation en son isomère. Le chlorure de cyanogène donne donc le thiocyanate, qui se transforme en acétylthiocarbimide :



Stabilité du thiocyanate de phényle.

Certains thiocyanates sont moins stables que les thiocarbimides isomères, de sorte que sous l'influence de la chaleur ils se transforment en leurs isomères. Tels sont les thiocyanates d'allyle et de méthyle. M. Berthelot¹ explique cette différence de stabilité par des relations thermochimiques, la transformation des thiocyanates en isothiocyanates étant accompagnée d'un changement exothermique. Dans sa première publication, il dit ne pas avoir fait de comparaisons sur les composés phényles, à cause de la transformation spontanée du normal en sénévol. M. Billeter lui ayant fait remarquer que le thiocyanate de phényle est plus stable qu'on ne le pense en général, et lui ayant envoyé un échantillon de ce composé, il a fait des essais sur les chaleurs de combustion des deux isomères. Avec le phénylsénévol, il a trouvé que la

¹ Comptes rendus CXXX, 441; CXXXII, 57.

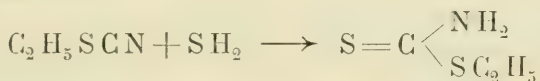
chaleur de formation à partir des éléments est de $-46^{\text{cal}},5$. Dans un premier essai sur le thiocyanate de phényle, il trouva que cette chaleur de formation à partir des éléments était de $-63^{\text{cal}},7$. Un mois plus tard, en traitant ce même thiocyanate, il ne trouva plus que -50^{cal} pour la formation par les éléments. De ces chiffres, il conclut que le produit avait été transformé, en majeure partie, en phénylsénévol. dans l'intervalle d'un mois d'été. Or, si nous examinons les points d'ébullition des liquides sur lesquels il a opéré, nous voyons que le phénylsénévol avait un point d'ébullition fixe de $221^{\circ},5$; le thiocyanate bout à $231-232^{\circ}$. Le produit qui s'était transformé en sénévól avait le soir avant la combustion, d'après M. Berthelot lui-même, un point d'ébullition fixe de 232° .

Il paraît pour le moins étrange de conclure à une transformation ensuite de la seule donnée thermochimique, alors que le point d'ébullition n'avait pas varié et sans que la transformation ait été vérifiée par des réactions chimiques. J'ai cependant fait quelques essais pour voir si cette transformation du thiocyanate en son isomère était réelle. Chauffé en tube scellé, à une température de 100° , le thiocyanate de phényle ne subit aucun changement, le point d'ébullition du liquide est toujours constant à 232° . Afin de trancher définitivement cette question, quelques grammes de thiocyanate ont été scellés dans un tube qui a été chauffé pendant 26 heures dans la vapeur de benzoate d'éthyle à 209° ; aucune transformation n'a pu être constatée. Le produit fut distillé et les premières gouttes qui auraient dû contenir le sénévól, s'il s'en était formé, furent additionnées d'une quantité équivalente d'aniline. Il ne se produisit aucune

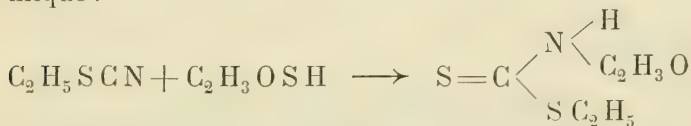
trace de thiocarbanilide. Nous pouvons donc affirmer que, sous l'influence de la chaleur seule, le thiocyanate de phényle ne se transforme pas en son isomère.

**Produit d'addition du thiocyanate de phényle
et de l'acide thioacétique.**

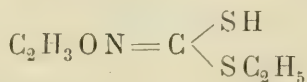
M. Chanlaroff¹ a constaté que le thiocyanate d'éthyle, chauffé avec l'acide thioacétique forme un produit d'addition. Il compare ce composé à celui que forme l'hydrogène sulfuré et le thiocyanate d'éthyle, l'ester éthyldithiocarbamique, auquel il donne la constitution suivante :



Il attribue à son produit d'addition une constitution analogue et l'appelle ester acétyléthyldithiocarbamique :



Sans discuter ici la question de la constitution des thiamides, qui n'a que des rapports éloignés avec notre sujet, nous préférons pour ce corps et pour les corps analogues la formule tautomérique :



¹ B r., XV, 1987.

En appliquant la réaction de M. Chanharoff aux thiocyanates aromatiques, j'ai obtenu, avec une grande facilité, les produits d'addition du thiocyanate de phényle et du thiocyanate de para-tolyle. Ces deux composés se présentent sous la forme de belles aiguilles jaunes, solubles dans l'alcool et l'éther, solvants dans lesquels ils cristallisent très facilement:

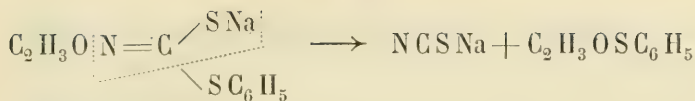


D'après la formule de constitution, nous pouvons appeler ce composé acide acétyliminophénylcarbondithioïque, et le produit d'addition de paratolyle: acide acétyliminocrésylcarbondithioïque.

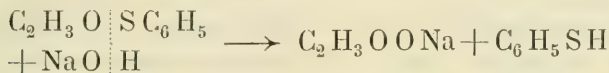
Pour obtenir des réactions aussi nettes que possible et des rendements supérieurs, j'ai utilisé l'acide thioacétique pur. J'ai remarqué, à cette occasion, comme M. Billeter l'avait du reste déjà constaté, que le point d'ébullition de ce corps est 85,8-86,0 et non pas 92-96° ainsi qu'il est indiqué dans les ouvrages de chimie.

Décomposition par la chaleur de l'acide acétyliminophénylcarbondithioïque et de son sel de sodium.

Lorsque, dans l'acide, on remplace l'hydrogène du groupe SH par un atome de sodium, on obtient des tables cristallines très hygroscopiques du sel de sodium. Soumises à la distillation, elles se décomposent complètement en donnant du thiocyanate de sodium et du thioacétate de phényle, d'après le schéma suivant:

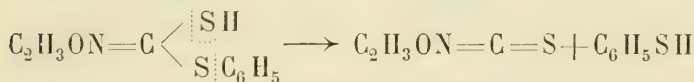


Ce dernier est un liquide incolore, qui bout entre 220-221° et qui se saponifie avec l'hydrate de sodium en donnant le thiophénol et l'acétate de sodium :

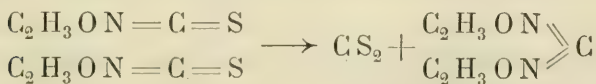


Lorsqu'on distille l'acide libre, les produits qui résultent de la décomposition permettent de conclure que la molécule se scinde de trois manières différentes :

1. En thiophénol, qui se forme en assez grande quantité, et en acétylthiocarbimide d'après le schéma suivant :



L'acétylthiocarbimide à son tour se décompose en majeure partie en sulfure de carbone, dont j'ai constaté la présence, et en une autre substance de couleur brune, non cristallisable, qu'on peut considérer comme un polymère ou un autre produit de transformation de la diacétylcyanamide, dont on doit admettre la formation en premier lieu :



L'acétylsénévol pur se décompose en effet lentement à la température ordinaire en donnant le sulfure

de carbone et cette même matière brune incristallisable.

2. En thioacétate de phényle et acide thiocyanique :



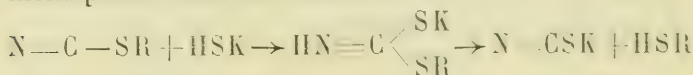
La présence de l'acide thiocyanique est indiquée par sa réaction avec le chlorure ferrique et celle du thioacétate de phényle par son point d'ébullition 220°. Cette décomposition est analogue à celle du sel de sodium, mais elle n'est que très secondaire.

3. En thiocyanate de phényle et en acide thioacétique, c'est-à-dire en les ingrédients :

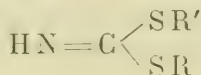


Action du sulfhydrate d'éthyle sur le thiocyanate de phényle.

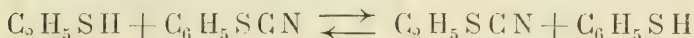
Elle a été étudiée dans l'espoir d'élucider le mécanisme de la réaction entre les thiocyanates organiques et les sulfhydrates alcalins, qui s'explique probablement par le schéma suivant :



On s'attendait donc à la formation d'un produit d'addition de la formule :



ou à la production d'un mélange, en équilibre, des deux thiocyanates et des deux sulfhydrates, conformément à l'équation :



En réalité la réaction est toute différente, les radicaux monoatomiques $\text{C}_6\text{H}_5\text{S} \cdot$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{S} \cdot$, s'unissent deux à deux pour former le bisulfure d'éthyle, le bisulfure de phényle et le bisulfure d'éthyle et de phényle. Le radical cyanogène du thiocyanate s'unit à l'hydrogène du mercaptan pour former l'acide cyanhydrique, facile à constater par son odeur, mais qui, à son tour, se décompose en majeure partie, en produisant de l'hydrogène, de l'ammoniaque et une masse noire charbonneuse composée en grande partie de paracyanogène.

Le thiocyanate d'éthyle et le sulfhydrate de phényle chauffés ensemble donnent exactement les mêmes résultats.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Préparation des thiocyanates à partir des amines.

1. Thiocyanate de phényle.

Des nombreux essais qui ont été faits dans des conditions variées, je ne décrirai que les deux derniers, dans lesquels les prescriptions de Gattermann et Haussknecht ont été appliquées exactement :

1. 31g ($\frac{1}{3}$ de molécule) d'aniline dissous dans 100g d'acide sulfurique et 200g d'eau ont été diazotés à 0°.

Le vase fut sorti du mélange réfrigérant, et après avoir ajouté une solution de 35g de thiocyanate de potassium, une pâte de thiocyanate cuivreux fut introduite peu à peu, dans l'intervalle d'une heure et demie. Le dégagement d'azote commence aussitôt; la température monte peu à peu et atteint 25°. A ce moment, elle fut maintenue constante par l'introduction de petits morceaux de glace. Le dégagement d'azote avait cessé, bien avant que la totalité de la pâte fût introduite. L'agitateur mécanique fonctionnait pendant toute la durée de l'opération. Deux heures plus tard: distillation à la vapeur d'eau. Le produit huileux de la distillation pesait 17g.

Distillation fractionnée.

Jusqu'à 228°	2g,8
De 228 à 232°,5	: 8g,5
De 232,5 à 235°	3g,2
De 235 à 240°	1g,4
Reste	1g,2
	17g,1

2. Mêmes proportions qu'en (1). La pâte de thiocyanate cuivreux fut introduite en 40 minutes; pendant cette introduction la masse fut maintenue à une température au-dessous de 0°. Ensuite, on laissa la température s'élever d'elle-même et une heure plus tard elle avait atteint + 4°. Le dégagement d'azote avait commencé aussitôt et il continua assez vivement au moins pendant 5 heures. Le lendemain, distillation à la vapeur d'eau.

Huile brute obtenue 22g.

Distillation fractionnée.

Jusqu'à 227°	4g,2
De 227 à 232°,5	8g,8
De 232 à 235°	3g,6
De 235 à 240°	2g,6
Résidu	3g,0
	22g,2

Les fractions correspondantes furent réunies et soumises, les unes après les autres, à un fractionnement méthodique, comprenant en tout 17 distillations.

Résultat final.

Une portion de 27g,5 recueillie entre 227 et 233° distilla enfin comme suit :

Jusqu'à 228°	2g,6
De 228 à 233°	24g,5

Point d'ébullition le plus constant de 230 à 232°.

Le point d'ébullition du thiocyanate de phényle pur est dans ces mêmes conditions de 231°,6. Le produit avait une coloration légèrement jaunâtre.

Rendement (calculé pour 24g,5 de produit) 27,2 %.

Pour les thiocyanates d'ortho- et de para-tolyle, j'ai employé exactement les prescriptions de Thurnauer. Je ne décrirai ici que l'opération ayant donné les meilleurs résultats.

2. Thiocyanate d'ortho-tolyle.

36g d'ortho-toluidine sont dissous dans 36g d'acide sulfurique à 92 % et 50g d'eau, refroidis à 0° et dia-

zotés par une solution de 23g de nitrite de sodium. D'autre part, on prépare le thiocyanate cuivreux en précipitant, par 28g de thiocyanate d'ammonium, une solution de 80g de sulfate de cuivre et 150g de sulfate ferreux. Ce thiocyanate cuivreux est dissous dans 180g de thiocyanate d'ammonium. Lorsque la solution de sulfate de diazobenzène eut pris la température de la chambre, la solution de thiocyanate cuivreux fut introduite par petites portions pendant deux heures, en remuant par l'agitateur mécanique. Le lendemain, le thiocyanate fut extrait à l'éther secoué avec de l'acide chlorhydrique dilué, puis avec une solution d'hydrate de sodium. Le résidu d'évaporation de la solution éthérée était une huile foncée pesant 27g,5. Rendement brut 56 %.

Ces 27g,5 furent ajoutés à 13g,5, provenant d'un autre essai et distillés dans le vide à la pression de 12mm.

Distillation fractionnée. — Pression 12mm.

Jusqu'à 115°,5	5g
De 115°,5 à 121°	14g,5
De 121° à 135°	4g
Résidu.	17g
	40g,5

La fraction ayant passé de 115,5 à 121° est une huile orangée.

3. Thiocyanate de para-tolyle.

Pour le thiocyanate de para-tolyle, l'opération qui a donné les meilleurs résultats a été exécutée dans les mêmes conditions que celles décrites plus haut

pour le thiocyanate d'ortho-tolyle. Le thiocyanate cuivreux avait été dissous dans 200g de thiocyanate de potassium et le thiocyanate de para-tolyle formé fut extrait de la masse par la vapeur d'eau. Rendement brut 32 %, soit 15g,5 à partir de 36g de paratoluidine.

Ces 15g,5 furent additionnés de 7g provenant d'une autre opération et soumis à la distillation fractionnée à la pression de 10mm.

Distillation fractionnée de 22g,5.

Jusqu'à 115°	4g,5
De 115 à 125°	3g,8
De 125 à 140°	3g,1
Résidu pâteux	10g,8
	22g,2

Redistillées, la première et la seconde fraction donnent un liquide huileux assez fortement coloré, qui est loin d'être le thiocyanate pur.

Substances employées à la préparation des thiocyanates par la méthode du chlorure de cyanogène.

Thiophénol. Ortho- et para-thio-crésylol. Para-chloro- et para-bromo-thiophénol. — Le thiophénol et ses deux dérivés para-chloré et para-bromé, les ortho- et parathiocrésylol furent préparés par réduction des sulfochlorures correspondants au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique, méthode qui donne d'excellents résultats. Les sulfochlorures furent introduits par petites portions dans le mélange d'étain et d'acide

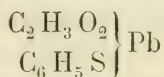
chlorhydrique bouillant au réfrigérant ascendant, en attendant après chaque introduction que le liquide, d'abord trouble, se fût clarifié. Pour une molécule de sulfochlorure, j'ai toujours employé trois atomes d'étain, puisque le chlorure stanneux contribue également à la réduction. Le produit de la réaction fut distillé à la vapeur d'eau. Les thiophénols, séparés de l'eau dans l'entonnoir à robinet ou, s'ils sont solides, par filtration, sont, après dessiccation, immédiatement purs. Ils s'obtiennent avec des rendements variant de 80 à 94 %. Toutes ces opérations doivent être faites aussi rapidement que possible pour éviter la transformation des sulfhydrates en bisulfures, par l'oxygène de l'air.

Les chlorures des acides benzènesulfonique, para-chloro- et para-bromobenzènesulfonique ont été préparés par la méthode habituelle (action du pentachlorure de phosphore sur les sels de sodium des acides respectifs). En employant les sels purs, il suffit d'ajouter le pentachlorure de phosphore, par petites portions, au sel de sodium, en remuant continuellement et peu à peu la masse devient liquide.

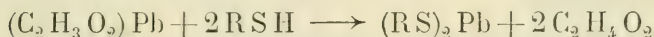
Les chlorures des acides ortho- et para-toluènesulfonique m'ont été fournis, à titre gracieux, par la fabrique de produits chimiques Sandoz & C^{ie}, à Bâle. Ils ont été purifiés par une distillation fractionnée dans le vide.

Mercaptides de plomb. — Ces composés se préparent en ajoutant une solution d'acétate de plomb dans l'alcool dilué à une solution alcoolique de sulfhydrate, contenant un léger excès de sulfhydrate. Il vaut mieux ne pas introduire le sulfhydrate dans l'acétate de

plomb, car il se précipite, en opérant ainsi, un produit intermédiaire:



qui ne se transforme que très lentement en mercaptide de plomb.



Exemple : 55g de thiophénol ($1/2$ molécule) sont dissous dans 200^{cm}3 d'alcool et la solution est additionnée d'une solution de 94g d'acétate de plomb dans 500^{cm}3 d'eau et 1000^{cm}3 d'alcool. Il se produit un volumineux précipité jaune, qui est filtré, lavé à l'alcool et séché dans le vide. Tous ces thiophénates de plomb se présentent à l'état de belles poudres jaune d'or. Les rendements ne laissent évidemment rien à désirer.

Paranitro-thiophénol. — Le paranitro-thiophénol se prépare, d'après Willgerodt¹, à partir du sulfure de potassium et du parachloronitrobenzène, lequel s'obtient par la méthode de Riche², en nitrifiant le chlorobenzène et en séparant le dérivé para de son isomère ortho par cristallisations successives dans l'alcool. Il est à l'état de belles paillettes fondant à 83°. Le rendement en produit para- est de 50 %. Chauffé deux à trois minutes à l'ébullition avec une solution alcoolique de sulfure de potassium, ce parachloronitrobenzène se transforme en nitrothiophénate de potassium, qui est séparé d'un reste de chloroni-

¹ Ber., XVIII, 331.

² Ann. 121, 357.

trobenzène et du bisulfure formé en versant la solution dans l'eau froide. L'acide chlorhydrique, ajouté à la solution aqueuse, précipite le nitrothiophénol, qui est purifié par dissolution dans l'hydrate de sodium et reprécipitation par l'acide chlorhydrique. Il n'est pas possible de le purifier par cristallisations dans l'alcool, sa transformation en bisulfure étant trop rapide.

Le *nitrothiophénate de plomb* ($C_6H_4N O_2 S_2 Pb$) s'obtient de la manière suivante : On dissout le nitrothiophénol dans un excès d'hydrate de sodium, on filtre sur du coton de verre pour séparer un peu de bisulfure, dont la formation ne peut jamais être évitée, on neutralise l'excès d'hydrate de sodium par l'acide acétique (lorsque la solution est neutre, il se forme un léger trouble) et on ajoute la quantité théorique d'acétate de plomb. Le mercaptide forme un volumineux précipité jaune brun; on le filtre, on le lave avec de l'eau et on le sèche dans le vide. Le nitrothiophénate de plomb est une poudre semblable aux autres mercaptides de plomb, mais de couleur plus foncée. La composition du produit a été vérifiée par un dosage de plomb.

Substance employée	0g,1632
Sulfate de plomb obtenu.	0g,0971
Plomb déduit	40,45%
Théorie	40,19%

Chlorure de cyanogène $ClCN$. — La préparation du chlorure de cyanogène constitue l'un des principaux inconvénients de la méthode de M. Billeter, aussi j'ai mis tous mes soins à la simplifier autant que possible. La méthode employée ordinairement consiste à intro-

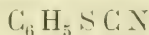
duire le chlore dans l'acide cyanhydrique aqueux ; elle nous paraît, en effet, préférable à l'action du chlore sur le cyanure de mercure pour plusieurs raisons et à l'introduction du cyanure de potassium dans l'eau de chlore qui donne une solution trop diluée, mais elle se complique par la nécessité de préparer l'acide cyanhydrique. Sur le conseil de M. Billeter, j'ai réduit cette préparation à sa plus simple expression en employant une solution de cyanure de potassium additionnée de la quantité équivalente d'acide chlorhydrique. Le cyanure de potassium (1 molécule) est dissous dans 100^{cm}³ d'eau, et à la solution, refroidie par un mélange réfrigérant, on ajoute un équivalent d'acide chlorhydrique d'une concentration de 18 %. Pour activer l'absorption du chlore, j'ai fixé le ballon contenant l'acide cyanhydrique à une machine à secouer ; le tube abducteur communique avec un grand flacon laveur cylindrique rempli d'eau et on règle le courant de chlore de manière que le niveau de l'eau, dans le flacon laveur, indique toujours une certaine pression, sans que des bulles de gaz s'en échappent. Dans ces conditions, un courant de chlore assez rapide est complètement absorbé. Il est bon de refroidir le ballon en l'entourant d'un linge mouillé qu'on renouvelle fréquemment ou qu'on attache de manière à pouvoir refroidir par des morceaux de glace. J'ai ordinairement intercalé, entre le flacon laveur et le ballon contenant l'acide cyanhydrique, un récipient placé dans un mélange réfrigérant, destiné à recueillir les vapeurs de chlorure de cyanogène qui s'échappent pendant l'introduction du chlore. Dans ce cas, j'ai préféré également condenser tout le chlorure de cyanogène dans ce même réci-

pient avant de l'employer. En sortant le récipient du mélange réfrigérant, le chlorure de cyanogène commence bientôt à bouillir, et il est facile de régler le courant du gaz, soit en chauffant avec la main, soit en refroidissant avec de l'eau glacée. De cette façon, la chloruration d'une molécule de cyanure de potassium demande environ deux heures et demie. J'ai préparé le chlorure de cyanogène une vingtaine de fois sans aucun inconvénient, et toute l'opération, y compris le montage de l'appareil à chlore et l'introduction du chlorure de cyanogène dans le ballon contenant le mercaptide ne dure pas plus de quatre heures.

Préparation des thiocyanates.

Toutes ces combinaisons se préparent d'une façon analogue, et comme type de toutes les opérations, je décrirai la manière de procéder pour le thiocyanate de phényle.

Thiocyanate de phényle.



On introduit dans le mercaptide de plomb, en suspension dans l'éther (750^{cm}3 pour une demi-molécule de sulfhydrate), le chlorure de cyanogène auquel on a enlevé l'excès de chlore en le faisant passer dans une tour remplie d'antimoine. Le chlorure gazeux se dissout dans le liquide et agit peu à peu sur le mercaptide en le transformant en thiocyanate et chlorure de plomb. On laisse en contact jusqu'à ce que le précipité soit devenu absolument blanc, ce qui arrive environ au bout de deux jours. On filtre à la pompe, on lave le précipité avec l'éther et on distille la solu-

tion éthérée au bain-marie. Le résidu de la distillation forme le thiocyanate brut.

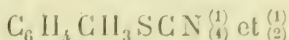
M. Billeter introduisait le mercaptide de plomb dans l'alcool, mais divers essais ont prouvé qu'il est préférable d'employer l'éther, quoique la réaction soit un peu plus lente, car la quantité de bisulfure qui se forme comme produit secondaire est plus faible.

En partant de 55g de thiophénol, une première opération a donné 66g,5 de produit brut, soit un rendement de 98,5 %. Ce produit brut ne contient, outre le thiocyanate de phényle, qu'une minime quantité de bisulfure; en effet, il distille presque en entier dans un intervalle de quatre dixièmes de degré, soit de 231°,4 à 231°,8 à la pression de 726mm. Le résidu de 1g,5 présente, après une seule recristallisation dans l'alcool, le point de fusion 59°,8 du bisulfure de phényle.

Le thiocyanate de phényle, déjà décrit par M. Billeter, est un liquide incolore, mobile, à odeur éthérée caractéristique; son point d'ébullition est 231°,6 à la pression de 726mm. Sa densité a été vérifiée par le piknomètre de Sprengel : elle est de 1,1527 à 15°.

M. Thurnauer avait constaté que le thiocyanate de phényle et ses homologues provoquent sur la peau une violente démangeaison, assez douloureuse, ce qui l'a empêché de continuer l'étude de ces combinaisons. Ennuyé aussi par cette démangeaison que provoquent à un degré même plus fort les nouveaux thiocyanates décrits plus loin, j'ai trouvé que pour en atténuer les effets, il suffit de se tremper les mains, pendant quelques minutes, dans une solution de sulfhydrate d'ammonium, qui transforme le thiocyanate en thiophénol, inoffensif à cet égard.

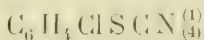
Thiocyanates de para- et d'ortho-tolyle.



En opérant exactement comme pour le thiocyanate de phényle, il faut laisser le chlorure de cyanogène plus longtemps en contact avec les mercaptides de plomb, car la transformation est encore plus longue. Le thiocyanate para-, brut, a été obtenu avec un rendement de 99 $\frac{0}{0}$, dont il faut déduire 3,8 $\frac{0}{0}$ de bisulfure, ce qui fait un rendement pur de 95,1 $\frac{0}{0}$; il doit être purifié par distillation dans le vide. C'est un liquide incolore qui bout à 118-118 $^{\circ}$,3 à la pression de 11mm; à la pression de 717mm son point d'ébullition est 244,4-245 $^{\circ}$,4; en distillant à cette pression il se dégage un peu d'acide cyanhydrique. Son odeur intense est plus agréable que celle du thiocyanate de phényle. Sa densité à 15 $^{\circ}$ est 1,1196.

Le dérivé ortho- a été obtenu avec un rendement de 94,5 $\frac{0}{0}$ après déduction du bisulfure formé. Pur, il ressemble à son isomère; à la pression ordinaire (717mm) il bout de 242,8-243 $^{\circ}$,4 en dégageant un peu d'acide cyanhydrique et à la pression de 10mm à 117 $^{\circ}$,2. Sa densité à 15 $^{\circ}$ est 1,1262.

Thiocyanate de chlorophényle.



Il convient de mettre le mercaptide en suspension dans l'alcool, car dans l'éther la transformation est beaucoup trop lente. Avec l'alcool, il faut deux jours et deux nuits, pour que le mercaptide soit entièrement transformé. Après filtration, on chauffe le pré-

cipité de chlorure de plomb avec de l'alcool pour dissoudre tout le thiocyanate, on filtre et on lave avec de l'alcool chaud. Après évaporation d'une partie de l'alcool, on ajoute de l'eau qui précipite le thiocyanate à l'état de beaux cristaux blancs, ressemblant à des flocons de neige. Filtrés et séchés, leur point de fusion est $31^{\circ},4$; après deux cristallisations dans l'alcool, le point de fusion des cristaux est $31^{\circ},8$, de sorte que le produit brut est déjà très pur. Ayant perdu une partie du produit, par un accident, je ne peux pas indiquer de rendements.

Le thiocyanate de chloro-phényle se présente à l'état de magnifiques aiguilles blanches, soyeuses, solubles dans l'alcool, l'éther, la ligroïne. Point de fusion $31^{\circ},8$. Son odeur rappelle celle du thiocyanate de phényle, mais elle est moins intense.

Dosage du chlore et du soufre d'après Carius.

Substance employée	0g,2684
Chlorure d'argent obtenu	0g,2279
Chlore déduit	21,01 %
Théorie pour $\text{Cl C}_6\text{H}_4\text{SCN}$	20,93 %
Sulfate de baryum obtenu	0g,3656
Soufre déduit	18,72 %
Théorie pour $\text{Cl C}_6\text{H}_4\text{SCN}$	18,88 %

Dosage de l'azote, d'après Dumas.

Il ne me paraît pas inutile de faire ici quelques observations concernant le mode opératoire employé. J'ai constaté, par de nombreux essais, qu'il est impossible d'éviter, en opérant en tube fermé d'un côté, que l'oxyde de cuivre fin mélangé à la substance ne

dégage par lui-même une certaine quantité de gaz non absorbée par la potasse caustique. Cet inconvénient se présente même si, immédiatement avant l'analyse, l'oxyde de cuivre a été chauffé au rouge dans un courant d'oxygène puis dans un courant de dioxyde de carbone et s'il a été refroidi dans le courant de gaz carbonique. Il est par contre évité complètement lorsqu'on opère en tube ouvert dans un courant de gaz carbonique, comme le recommandent MM. Bernthsen, Kreusler et d'autres auteurs ¹.

Substance employée	0g,2450	0g,2294
Azote obtenu	18cm ³ ,4	17cm ³ ,6
Température	20 ⁰	20 ⁰
Pression barométrique . . .	726mm	726mm
D'où azote en poids	0g,01976 soit 8,7 %	0g,01922 soit 8,42 %
Théorie pour C ₆ H ₄ Cl S C N .	8,21 %	

Thiocyanate de bromophényle.



Après avoir introduit le chlorure de cyanogène comme d'habitude, il est préférable de secouer fréquemment l'Erlenmeyer qui contient le mercaptide de plomb, pour activer la transformation. Pour extraire tout le thiocyanate, il faut épuiser, à plusieurs reprises, avec l'alcool chaud. L'eau, ajoutée à la solution alcoolique, concentrée par évaporation, précipite le thiocyanate de bromophényle à l'état de belles aiguilles fondant à 50⁰,2. Ces aiguilles, recristallisées dans l'alcool, conservent le même point de fusion, ce

¹ L'oxyde de cuivre fin doit être préparé comme précédemment.

qui montre la grande pureté du produit brut. Le rendement a été de 93 %.

Le thiocyanate de bromophényle est un beau corps, solide, blanc, cristallisant en belles aiguilles; soluble dans l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole. Point de fusion 50°,2.

Dosage du soufre et du brome, d'après Carius.

Substance employée	0g,3408
Sulfate de baryum obtenu	0g,3800
Soufre déduit	15,02 %
Théorie	14,95 %
Bromure d'argent obtenu	0g,3003
Brome déduit	37,48 %
Théorie	37,38 %

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

Le carbone et l'hydrogène ont été dosés en brûlant la substance au moyen de l'oxyde de cuivre; le dioxyde de soufre est absorbé par une nacelle remplie de peroxyde de plomb, et les oxydes d'azote formés sont réduits par une spirale de cuivre désoxydée dans un courant d'hydrogène¹.

Matière employée	0g,2015
Eau obtenue	0g,0401
Hydrogène déduit	2,21 %
Théorie	1,87 %
Acide carbonique déduit	0g,2931
Carbone déduit	39,66 %
Théorie	39,26 %

¹ Le brome est retenu par la spirale de cuivre si elle est chauffée modérément; cependant les résultats un peu forts en carbone et hydrogène s'expliquent, par la présence d'un peu de brome.

Dosage de l'azote, d'après Dumas.

Matière employée	0g,2279	0g,5522
Azote obtenu	42cm ³ ,9	33cm ³
Température	18°	18°,5
Pression barométrique	730mm,5	729mm
D'où azote en poids	0g,0144	0g,0364
Soit	6,31 %	6,59 %
Théorie	6,50 %	

Détermination du poids moléculaire.

J'ai fait la détermination des poids moléculaires par la méthode de Raoult, d'après l'abaissement du point de congélation de la solution dans le benzène, avec l'appareil de Beckmann¹. Le poids moléculaire se déduit de l'abaissement du point de congélation observé par la formule

$$m = 100 K \frac{g}{\Delta G}$$

Δ désigne l'abaissement du point de congélation.

g le poids du corps dissous.

G le poids du dissolvant.

K une constante que Raoult indique pour le benzène comme égale à 50 en prenant la moyenne de ces observations, mais qui, calculée d'après la chaleur de fusion, doit être égale à 53. Nous verrons que les poids moléculaires trouvés correspondent mieux, en employant la constante théorique 53 que la constante 50.

¹ Ostwald, Lehrbuch der allg. Chemie, I, 768.

Quantité de benzène employée . .	G = 12g,45
a. Quantité de thiocyanate dissous . .	g = 0g,2202
Abaissement du point de congélation observé	$\Delta = 0^0,432$

Ces chiffres donnent pour le poids moléculaire :

En calculant avec la constante 50 . m = 204

En calculant avec la constante 53 . m = 217

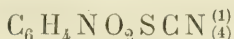
b. G = 12g,45 g = 0g,5219 $\Delta = 1,000$

Pour K = 50 . m = 209

Pour K = 53 . m = 222

Calculé pour $\text{Br S C N C}_6\text{H}_4 = 214$

Thiocyanate de nitrophényle.



Il s'obtient absolument comme les autres thiocyanates. Le rendement a été de 83 $\frac{0}{100}$. Recristallisé dans l'alcool, le thiocyanate de paranitrophényle est moins beau que ses congénères, les thiocyanates de chloro- et de bromophényle. Il se présente à l'état de paillettes légèrement jaunâtres, assez solubles dans l'alcool, moins dans l'éther et ayant un point de fusion de $124^0,2$.

Dosage du soufre.

Matière employée	0g,2110
Sulfate de baryum obtenu . .	0g,2761
Soufre déduit	17,96 $\frac{0}{100}$
Théorie	17,77 $\frac{0}{100}$

Dosage de l'azote.

Matière employée	0g,4722
Azote obtenu	24 ^{mm} 2
Température	16 ^o
Pression barométrique . . .	733 ^{mm}
D'où azote en poids	0g,02719
Soit	15,77 ^o / _o
Théorie	15,55 ^o / _o

**Action du thiocyanate de phényle
sur l'acide thioacétique.**

Préparation de l'acide thioacétique.

L'acide thioacétique a été préparé, d'après Schiff¹, en chauffant l'acide acétique glacial avec le pentasulfure de phosphore.

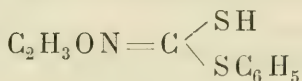
J'ai employé les proportions indiquées par Schiff, en augmentant la proportion des morceaux de verre, pour mieux utiliser l'action du pentasulfure, soit 300g d'acide acétique, 300g de pentasulfure et 300g de morceaux de verre. Un thermomètre plonge dans la masse pâteuse et un autre indique la température des vapeurs qui distillent. En chauffant très lentement au moyen d'un bec élargi pour ne pas surchauffer en un point et en agitant le ballon, il se produit une vive réaction, lorsque le thermomètre plongeant dans le mélange est à 100°, et une partie du liquide distille. En recueillant ce qui passe au dessous de 112°, j'ai obtenu 202g d'un liquide formé

¹ Ber., XXVIII, I, 1204.

essentiellement des acides acétique et thioacétique. Soumis à la distillation fractionnée avec une colonne de Lebel-Henninger à 4 boules, il commence à distiller à 85° et fournit, après deux distillations, un liquide légèrement jaunâtre, distillant entre 85 et 86°,5. Pour obtenir l'acide thioacétique tout à fait incolore, il faut le distiller une dernière fois sur une petite quantité de zinc en poudre. Le point d'ébullition le plus constant est compris entre 85,8 et 86° à la pression de 727^{mm}. Des 202^g obtenus, comme produit brut, j'ai recueilli 134^g d'acide thioacétique distillant entre 85 et 86°,5, soit un rendement de 37,2 %.

Les proportions de Schiff comportent un grand excès de pentasulfure de phosphore et j'ai essayé d'augmenter la proportion d'acide acétique; mais en employant la même quantité de pentasulfure que précédemment et une fois et demie plus d'acide acétique, on obtient la moitié moins d'acide thioacétique, de sorte que les proportions de Schiff sont bien les meilleures.

**Préparation du produit d'addition
ou acide acétyliminophénylcarbondithioïque.**



Pour obtenir ce produit d'addition, on mélange, dans un verre Erlenmeyer, des quantités équimoléculaires d'acide thioacétique et de thiocyanate de phényle et on chauffe au bain-marie pendant une demi-heure. Peu à peu le liquide se colore en rouge et par

refroidissement il se prend en une masse rougeâtre assez dure. Après refroidissement dans l'eau glacée, on étend la masse solide sur une assiette poreuse; après l'absorption de la partie liquide, la masse rougeâtre est devenue une belle poudre jaune. En dissolvant cette poudre dans l'alcool bouillant, il se dépose en refroidissant de belles paillettes jaune d'or très jolies, fondant sans décomposition à 146,4-146°,6.

Un premier essai, dans lequel j'ai chauffé une demi-heure au bain-marie $\frac{1}{5}$ molécule, soit 27^{gr} de thiocyanate et 15^{gr},2 d'acide thioacétique, a fourni 18^{gr} de produit d'addition, soit un rendement de 43 %. Un second essai, en chauffant quatre heures $\frac{1}{20}$ molécule de chaque composant, a donné un rendement de 80 %. Une nouvelle opération avec $\frac{1}{5}$ molécule n'a donné, en chauffant quatre heures, qu'un rendement de 50 %. En opérant avec une aussi grande quantité de substance, la réaction, dégageant de la chaleur, élève la température du mélange et diminue le rendement. Si les quantités employées sont plus faibles, la température est moins haute et le rendement devient meilleur. En effet, si on mélange $\frac{1}{5}$ molécule d'acide à $\frac{1}{5}$ molécule de thiocyanate et si on partage ce mélange en quatre portions avant de chauffer, le rendement atteint 88 %. Il ne faut donc pas chauffer ensemble plus de $\frac{1}{20}$ molécule de chaque composant pour obtenir de bons rendements.

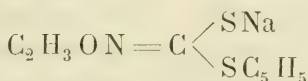
Dosage du soufre.

Matière employée	0 ^{gr} ,2502
Sulfate de baryum obtenu	0 ^{gr} ,5505
Soufre déduit	30,22 %
Théorie	30,33 %

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

Matière employée . . .	0g,3338	0g,2708
Acide carbonique obtenu	0g,6287	0g,5073
Carbone déduit. . . .	51,36 %	51,10 %
Théorie	51,18 %	
Eau obtenue	0g,1308	0g,1053
Hydrogène déduit. . .	4,38 %	4,32 %
Théorie	4,26 %	

Transformation de l'acide acétyliminophénylcarbondithioïque en son sel de sodium.



Le sel de sodium de notre produit d'addition se forme en ajoutant à une solution alcoolique du produit la quantité équivalente de sodium au moyen d'une solution titrée d'alcoolate de sodium. En évaporant une partie de l'alcool au bain-marie et le reste sous une cloche à vide, le sel de sodium cristallise en belles plaques blanches très hygroscopiques.

Décomposition par la chaleur du sel de sodium.

Le sel de sodium est introduit dans un ballon à fractionner et chauffé au bain d'huile. Le sel se décompose; quelques gouttes distillent entre 105 et 125°, puis le thermomètre monte subitement à 200°. De 200-225° passe une assez grande quantité d'un liquide faiblement jaunâtre; soumis à la distillation fractionnée, avec perles dans le col du ballon, il com-

mence à distiller à 200°, le thermomètre monte rapidement à 220° et de 220-222° on recueille un liquide qui ne précipite pas l'acétate de plomb et n'est donc pas le thiophénol. Chauffé avec l'hydrate de sodium en solution aqueuse, il se dissout et se saponifie; l'acide chlorhydrique, ajouté à cette solution, précipite une huile jaunâtre sentant le thiophénol qui, extraite par l'éther, est identifiée au thiophénol en précipitant par l'acétate de plomb. La solution aqueuse alcalinisée fut évaporée à sec et le résidu distillé avec l'acide sulfurique concentré; le produit de la distillation n'était autre chose que de l'acide acétique. Le produit volatil de la décomposition du sel de sodium de notre produit d'addition est donc composé presque exclusivement d'un liquide qui se saponifie en donnant le thiophénol et l'acide acétique et ne peut donc être autre chose que le thioacétate de phényle. C'est un liquide incolore à odeur étherée, point d'ébullition 220-222°. Sa densité à 15° est 1,127.

La composition de ce corps fut confirmée par l'analyse et la détermination du poids moléculaire.

Dosage du soufre.

Matière employée . . .	0g,2037	0g,2227
Sulfate de baryum obtenu	0g,3134	0g,3432
Soufre déduit	21,12 %	21,16 %
Théorie	21,05 %	

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

Matière employée . . .	0g,2555	0g,2044
Acide carbonique obtenu.	0g,5887	0g,4725
Carbone déduit	62,84 %	63,05 %
Théorie	63,15 %	

Eau obtenue	0g,1291	0g,0993
Hydrogène déduit	5,61 %	5,39 %
Théorie	5,26 %	

Détermination du poids moléculaire.

- a. Quantité de benzène employé. . . G = 12g,076
 Quantité de thiocyanate dissous . . g = 0g,1290
 Abaissement du point de congélation
 observé Δ = 0°,370
 En calculant avec la constante 50 . m = 144
 En calculant avec la constante 53 . m = 153
- b. G = 12g,076 g = 0g,2934 Δ = 0°,850
 Pour K = 50 m = 143
 Pour K = 53 m = 152
 Calculé pour C₈ H₈ O S = 152

Le résidu de la décomposition est une masse blanche, très soluble dans l'eau, qui, acidifiée, donne, avec le chlorure ferrique, la coloration rouge sang, caractéristique de l'acide thiocyanique.

Le sel de sodium de l'acide acétyliminophénylcarbondithioïque se décompose donc par la chaleur en thiocyanate de sodium et thioacétate de phényle d'après l'équation suivante :



Décomposition par la chaleur
de l'acide acétyliminophénylcarbondithioïque.

En chauffant ce corps dans un ballon à fractionner, au bain d'huile, il fond, puis, peu après, se décompose. Les produits de la distillation ont été recueillis

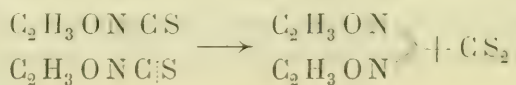
en trois fractions. La première fraction de 38-70° donne la réaction de l'acide thiocyanique et sent un peu l'acide thioacétique; soumise à la distillation fractionnée, la fraction principale distille de 46-50° et est essentiellement formée de sulfure de carbone. La seconde fraction recueillie entre 120 et 150° a l'odeur piquante et les propriétés de l'acétylsénévol; elle se décompose peu à peu en donnant une masse solide jaune. La troisième fraction, de couleur jaunâtre, a passé de 165-225°; soumise à la distillation fractionnée, une grande partie distille à 167-170°. C'est donc le thiophénol. Une petite portion passe dans le voisinage du point d'ébullition du thioacétate de phényle et est sans doute formée principalement de ce corps. Dans cette fraction, on distingue nettement par son odeur caractéristique le thiocyanate de phényle. Le ballon à fractionner contient un résidu assez volumineux, brun, que l'on ne peut pas cristalliser et qui est absolument analogue à celui que l'on obtient dans la décomposition de l'acétylsénévol.

Les phénomènes observés s'expliquent comme suit :

La décomposition principale se fait d'après l'équation suivante :



c'est-à-dire qu'il se forme de l'acétylsénévol et du thiophénol. L'acétylsénévol, à son tour, se décompose en grande partie en produisant le sulfure de carbone et la diacétylcyanamide, laquelle donne naissance au résidu incristallisable :



Une autre portion, plus faible, se décompose dans le même sens que le sel de sodium, c'est-à-dire en acide thiocyanique et thioacétate de phényle.



Un des liquides obtenus donne la réaction de l'acide thiocyanique et quelques gouttes distillent à la même température que le thioacétate de phényle.

Enfin, une troisième fraction se décompose en les ingrédients, soit en thiocyanate de phényle et en acide thioacétique.



Préparation et décomposition de l'acétylthiocarbimide.

Pour confirmer l'interprétation donnée ci-dessus, quant à la décomposition de l'acétylsénévol, j'ai étudié cette combinaison. Préparée, d'après Miquel ¹, par la décomposition du thiocyanate de plomb avec le chlorure d'acétyle, c'est un liquide à odeur excessivement piquante, attaquant les yeux, et qui, en effet, aussi bien à froid qu'à chaud, subit petit à petit une décomposition qui se manifeste à l'œil par l'apparition d'un trouble, puis, par la formation d'un dépôt brun de plus en plus considérable. En soumettant la partie liquide à la distillation fractionnée, elle se divise facilement en sulfure de carbone et en acétylsénévol non décomposé. Le résidu ne cède presque rien à

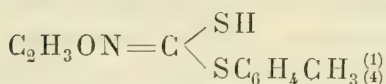
¹ Ann. (5) 11, 295.

l'éther et à l'alcool et il est également insoluble dans les autres dissolvants organiques; il se dissout, par contre, dans les alcalis, d'où il est reprecipité par les acides, à l'état de poudre orangée, amorphe. Il n'était pas possible d'en tirer un corps ayant les propriétés d'un individu chimique bien caractérisé, mais rien n'empêche de considérer cette matière comme un produit de transformation de la diacétyléyanamide, sinon même comme un polymère de cette substance.

A l'occasion de l'étude de cette décomposition, j'ai fait une autre constatation qui me paraît digne d'attention. Croyant avoir observé que l'acétylsénévol brut se décompose plus rapidement que le corps pur, j'ai abandonné pendant quelque temps le produit direct de la distillation du chlorure d'acétyle. En soumettant à la distillation fractionnée le liquide séparé du dépôt formé par la décomposition du sénévol, j'obtins comme première fraction un liquide incolore, mobile, bouillant entre $36^{\circ},8$ et $37^{\circ},4$. Redistillé, il montra finalement un point d'ébullition assez constant de $36^{\circ},5$ - $36^{\circ},8$; ce liquide n'est autre chose qu'un mélange de sulfure de carbone et de chlorure d'acétyle. En effet, en secouant avec l'eau, il cède à cette dernière de l'acide chlorhydrique et de l'acide acétique, et il reste le sulfure de carbone pur. Etonné que ce mélange de deux liquides ait un point d'ébullition inférieur à celui du plus volatil, j'ai étudié ce mélange et je l'ai constitué à partir des ingrédients; après plusieurs tâtonnements, j'ai constaté qu'en mélangeant $59\text{cm}^3,9$ de sulfure de carbone et $40\text{cm}^3,1$ de chlorure d'acétyle, on obtient un point d'ébullition de $36^{\circ},5$ - $36^{\circ},8$. En soumettant à la distillation fractionnée un mélange en d'autres proportions, on finit toujours

par obtenir un mélange ayant le point d'ébullition le plus bas. C'est un nouvel exemple à ajouter au petit nombre de ceux déjà connus qui ont un point d'ébullition inférieur à celui du plus volatil des composants.

**Produit d'addition de l'acide thioacétique
et du thiocyanate de paratolyle.
Acide acétyliminocrésylcarbondithioïque.**



Il se prépare exactement comme son homologue, en chauffant parties équimoléculaires d'acide thioacétique et de thiocyanate de paratolyle, et en séchant sur une assiette poreuse. Le rendement est de 92 %. C'est un beau corps cristallin, jaune d'or, soluble dans l'alcool, l'éther, très peu soluble dans le benzène.

Dosage du soufre.

Matière employée	a) 0g,2009	b) 0g,2156
Sulfate de baryum obtenu	0g,3695	0g,4508
Soufre déduit	28,61 %	28,72 %
Théorie	28,44 %	

Action du mercaptan sur le thiocyanate de phényle.

En chauffant au bain-marie, à 45°, pendant 48 heures, en tube scellé, un mélange (équimoléculaire) de 10g d'éthylmercaptan et de 22g de thiocyanate de phényle, il ne se forme pas de produit d'addition, car le liquide ne se prend pas dans un mélange réfrigérant; il n'y a pas de pression dans le tube. 1g,1

du produit évaporé au bain-marie laisse un résidu de thiocyanate de phényle pesant 0g,71; 0g,39 s'est évaporé. Ces proportions sont les mêmes que celles du mélange primitif; il n'y a donc pas eu de réaction. En scellant de nouveau, après avoir introduit un excès de 4g de mercaptan, et en chauffant dans l'eau bouillante, le liquide est encore absolument incolore après 20 heures; après 26 heures il est légèrement rosé et 4 heures plus tard, il s'est formé un dépôt noir. A l'ouverture du tube, on constate une assez forte pression, l'odeur de l'acide cyanhydrique, et de l'ammoniaque et une réaction alcaline. La partie liquide distillée par une pression de 10^{mm} donne de 50 à 65° un liquide incolore, puis la distillation s'arrête, reprend à 120° et est terminée à 135°. La fraction 50-65° redistillée à la pression ordinaire (729^{mm}) passe à 149-150°. C'est un liquide incolore, à odeur rappelant les sulfures; ce n'est autre chose que le bisulfure d'éthyle¹. La seconde fraction redistillée dans le vide passe en majeure partie entre 125 et 127°; c'est un liquide coloré en jaune, à odeur sulfurée très pénétrante.

L'analyse qualitative a révélé la présence du soufre et l'absence de l'azote.

Dosage du soufre.

Matière employée	0g,3472	0g,2845
Sulfate de baryum obtenu	0g,9690	0g,7880
Soufre déduit	38,25 %	38,10 %

¹ Ber., XV, 2882.

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

Matière employée	0g,2540
Acide carbonique obtenu	0g,5251
Carbone déduit	57,17 %
Eau obtenue	0g,1479
Hydrogène déduit	6,46 %

Ces analyses correspondent à un corps de la formule brute $C_8H_{10}S_2$, qui est celle du bisulfure d'éthyle et de phényle.

Calculé pour	$C_8H_{10}S_2$	Trouvé
Carbone	56,47 %	57,17 %
Hydrogène	5,88 %	6,46 %
Soufre	37,64 %	38,1 % 38,2 %

Cette formule est confirmée par la détermination du poids moléculaire.

$$a. G = 12g,4599 \quad g = 0g,2005 \quad \Delta = 0^0,489$$

Pour $K = 50$	$m = 164,5$
Pour $K = 53$	$m = 174,5$

$$b. G = 12g,4599 \quad g = 0g,4441 \quad \Delta = 1^0,084$$

Pour $K = 50$	$m = 165$
Pour $K = 53$	$m = 175$

Calculé pour $C_8H_{10}S_2 = 170$

Otto et Rössing¹ ont décrit, sous le nom de bisulfure d'éthyle et de phényle, un liquide bouillant entre 150 et 250°, qui était évidemment loin d'être un individu chimique, de sorte qu'il ne me paraît pas inutile de décrire ce corps. C'est un liquide très

¹ Ber., XIX, 3135.

stable, à odeur pénétrante rappelant les mercaptans, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène. Distillé à la pression ordinaire, son point d'ébullition n'est pas constant, car il subit une décomposition; mais il bout sans décomposition de 125 à 127° par une pression de 11^{mm}. Sa densité à 15° est de 1,1172.

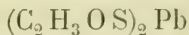
Le ballon dans lequel la distillation de la partie liquide a été faite contient un résidu qui se prend en refroidissant. Recristallisé plusieurs fois dans l'alcool avec emploi du noir animal, il montre un point de fusion constant de 60°, 0. C'est le point de fusion du bisulfure de phényle, dont le corps a d'ailleurs toutes les propriétés.

Le thiocyanate de phényle et l'éthylmercaptan réagissent donc l'un sur l'autre en donnant les trois bisulfures d'éthyle, de phényle et d'éthylphényle. La masse noire, charbonneuse, est un produit de décomposition de l'acide cyanhydrique.

Si on chauffe un mélange équimoléculaire de thiophénol et de thiocyanate d'éthyle, dans les conditions décrites dans l'opération précédente, on obtient aussi les trois bisulfures d'éthyle, de phényle et d'éthylphényle, à côté du dépôt provenant de la décomposition de l'acide cyanhydrique.

Du thiocyanate d'acétyle.

Préparation du thioacétate de plomb.



Le thioacétate de plomb est un sel qu'il est assez difficile d'obtenir blanc, car l'acide thioacétique peut précipiter une petite quantité de sulfure de plomb,

colorant en noir le thioacétate qui est blanc par lui-même. Pour l'obtenir aussi pur que possible, on ajoute en une seule fois une solution refroidie dans la glace de 15g,2 d'acide thioacétique dans 400^{cm}3 d'eau, à une solution refroidie dans la glace de 37g d'acétate de plomb dans 600^{cm}3 d'eau. Le thioacétate de plomb est un précipité volumineux, légèrement gris, se filtrant très facilement; lavé avec l'eau, l'alcool et l'éther absolu et séché dans le vide sur de l'hydrate de potassium solide, il se présente à l'état de poudre blanc grisâtre ne s'altérant à l'air que très lentement. On ne peut pas le sécher sur l'acide sulfurique concentré, parce que le thioacétate de plomb devient entièrement noir en quelques heures et la cloche se remplit de dioxyde de soufre. L'éther que l'on emploie pour laver doit être distillé sur le pentoxyde de phosphore, l'éther ordinaire noircissant le thioacétate de plomb au bout de quelques heures.

Thioacétate d'argent.



Ce sel, qui n'a point encore été décrit, se forme à partir du thioacétate de potassium et de l'azotate d'argent. $\frac{2}{10}$ de molécule d'acide thioacétique, fraîchement distillés, sont dissous dans 100^{cm}3 d'eau et neutralisés par une solution titrée d'hydrate de potassium. La solution, légèrement alcaline, (elle rougit le papier de phénolphthaléine) est acidifiée par quelques gouttes d'acide thioacétique et amenée à deux litres. D'autre part, $\frac{2}{10}$ de molécule d'azotate d'argent sont dissous dans deux litres d'eau distillée. Les deux solutions sont refroidies dans l'eau glacée et on verse

brusquement la solution de thioacétate dans l'azotate d'argent. Au bout de cinq minutes, il se dépose un beau précipité blanc de thioacétate d'argent et le liquide devient orangé. Le précipité est filtré, lavé avec l'eau, l'alcool et l'éther absolu, puis séché dans le vide sur de l'hydrate de potassium. Préparé dans ces conditions, le thioacétate d'argent est une poudre parfaitement blanche. Si les solutions sont plus concentrées, il se produit une assez grande quantité de sulfure d'argent qui rend le thioacétate complètement noir.

Action du chlorure de cyanogène sur le thioacétate de plomb.

Cette action a été étudiée en introduisant un excès de chlorure de cyanogène dans l'éther absolu tenant en suspension le thioacétate de plomb. Au bout de deux jours, le précipité, qui était gris, est devenu blanc, ce que j'ai considéré comme étant la fin de la réaction; le précipité est du reste facilement soluble dans l'eau chaude, de sorte qu'il est formé par le chlorure de plomb; la transformation est donc complète. Après filtration et lavage, l'éther a été distillé sous pression réduite pour ne pas élever la température. Le résidu est un liquide à odeur très piquante, irritant les yeux, contenant donc un peu d'acétylthiocarbimide. Soumis à la distillation fractionnée à la pression de 10^{mm}, la plus grande partie distille de 25-68°, en donnant un liquide incolore à odeur piquante, dont une partie se prend dans un mélange réfrigérant. Séparée du liquide dans le mélange même, la partie solide, purifiée par cristallisations dans l'alcool, montre un point de fusion de 60°,8 et

se présente à l'état de plaques blanches, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Ce corps solide est donc le sulfure de cyanogène.

La partie liquide, soumise à une seconde distillation, passe de 26-48° et montre ainsi qu'elle est composée de deux combinaisons ayant des points d'ébullition voisins; l'un est l'acétylsénévol, l'autre, le thiocyanate d'acétyle. Il est impossible de séparer ce dernier, car la distillation des fractions supérieures donne toujours une quantité de plus en plus grande du liquide inférieur, le thiocyanate se transformant au fur et à mesure de la distillation en acétylsénévol. Après avoir chauffé pendant une demi-heure au bain-marie le mélange des deux isomères, le produit distille à la pression de 10^{mm} à la même température que l'acétylsénévol, c'est-à-dire à 28-31°, ce qui prouve que, sous l'action de la chaleur, tout le thiocyanate se transforme en sénévol.

Le chlorure de cyanogène agit donc sur le thioacétate de plomb en produisant le thiocyanate d'acétyle, mais celui-ci se transforme très rapidement, déjà à la température ordinaire, en son isomère, de sorte qu'il est impossible de le séparer.

En faisant agir le chlorure de cyanogène sur le thioacétate d'argent dans les mêmes conditions que sur le sel de plomb, la partie liquide séparée de l'éther est entièrement formée d'acétylsénévol, puisque son point d'ébullition est 29-32° pendant la première distillation dans le vide.

INFLUENCE DU SOUFRE

SUR LA FERMENTATION ALCOLIQUE

PAR LE D^r J. JEANPRÉTRE

Le soufre ou, à proprement parler, l'acide sulfureux produit par la combustion du soufre, est employé depuis des siècles comme désinfectant en vinification: il eût été difficile de trouver un agent plus sûr, plus commode et moins coûteux pour l'assainissement des vases vinaires et la conservation des vins, aussi son emploi est-il universellement répandu dans tous les pays viticoles. Cependant, ces dernières années, l'amélioration constante des procédés de vinification et les efforts faits par les œnologues pour remplacer les anciennes méthodes empiriques par des méthodes raisonnées et scientifiques, ont fait reconnaître de nombreux défauts au soufrage des moûts et des vins tel qu'il se pratique de nos jours à l'aide de mèches soufrées, brûlées dans les tonneaux. C'est d'abord l'incertitude dans le dosage; les mèches du commerce, simples bandes de papier ou de toile imprégnées de soufre fondu, pèsent 20 à 40 grammes; si, suivant l'usage courant, on brante à raison d'une feuille par 1000 litres, la dose de soufre peut, de ce fait, varier du simple au double: puis la dose d'acide sulfureux produit, qui entre en solution, est très variable quand

on brûle la mèche soufrée dans un tonneau et qu'on remplit ensuite à la pompe, la majeure partie de l'acide sulfureux s'échappe par la bonde sans se dissoudre; même lorsque la combustion se fait en présence d'une certaine quantité de moût ou de vin qui absorbe l'acide sulfureux, le soufre n'est pas complètement utilisé parce qu'une partie, au lieu de brûler, se fond et tombe dans le liquide ou sublime à l'état de fleur de soufre. A cette impossibilité de régler la dose du soufre se joint un autre sérieux inconvénient, le goût désagréable des vins méchés, qui rappelle l'acide sulfhydrique ou ses composés organiques.

Pour parer à ces désavantages, on a eu recours à d'autres sources d'acide sulfureux, aux bisulfites et spécialement au métrasulfite de potasse ($S_2O_5K_2$), un sel bien cristallisé qu'on obtient facilement en dirigeant du gaz acide sulfureux dans une solution chaude de carbonate de potasse; ce sel contient 58 % de son poids d'acide sulfureux, d'une efficacité antiseptique égale à celle de l'acide sulfureux libre, supérieure à celle des sulfites et même des bisulfites, ainsi que j'ai pu le constater dans des expériences faites il y a sept ans sur des levures de bière. Avec le métrasulfite on a l'acide sulfureux sous une forme pure très simple à doser et à manier: au lieu d'une feuille de soufre de 20 grammes, donnant au maximum 35 grammes d'acide sulfureux, il suffit de prendre 60 grammes de métrasulfite. L'emploi des bisulfites et métrasulfites est maintenant assez répandu dans les grandes contrées vinicoles, mais jusqu'à présent on n'a pas publié de recherches exactes sur l'influence qu'ils peuvent avoir sur la fermentation. Il était intéressant de faire quel-

ques essais dans ce but avec les différentes races de levure de la collection du laboratoire d'Auvernier.

D'une première série d'expériences faites en 1898 pour connaître simplement la quantité maxima de métrasulfite que pouvaient supporter les levures de vin dans du moût de raisin stérilisé, il ressort qu'en général 10 grammes par hectolitre, ou 10 centigrammes par litre, ne gênent aucunement la fermentation, 15 grammes la retardent de 24 à 48 heures suivant les races, à 20 grammes plusieurs levures neuchâteloises ont été arrêtées dans leur développement, les autres n'ont fermenté qu'au bout de deux à quatre jours : à 30 grammes, la plupart des levures ne se sont pas développées, sauf une levure du *Diable* de Cortaillod et une levure italienne de Bisceglie; enfin, cette dernière seule a pu, au bout de plusieurs jours, faire fermenter un moût contenant 40 grammes de métrasulfite. Comme on le voit, la question de race joue ici un très grand rôle; d'ailleurs la résistance à l'acide sulfureux peut être facilement accrue par des cultures successives dans des milieux de plus en plus bisulfités.

Dans une expérience plus récente faite sur des quantités de moût assez grandes pour analyser quantitativement les produits de la fermentation, on a trouvé les résultats suivants :

	Poids spécifique	Alcool %	Acid. volatile g. par litre	Extr. calc. g. p. litre
1. Levure Champagne .	0,99780	9,75	0,21	26,2
2. Levure C. + 3 gouttes d'une culture de <i>Bac-</i> <i>terium aceti</i>	0,99783	9,73	0,37	26,2
3. Levure C. + 0g,05 par litre métrasulfite (MS) .	0,99773	9,70	0,34	25,9

	Poids spécifique	Alcool ‰	Acid. volatile g. par litre	Extr. eale. g. par litre
4. Levure C. + 0g,10 par litre MS	0,99789	9,80	0,49	27,8
5. Levure C. + 0g,05 par litre MS + 3 gouttes <i>Bacterium aceti</i>	0,99848	9,85	0,48	26,4
6. Levure Diable	1,00061	9,60	0,38	32,2
7. » + 0g,05 MS	0,99769	9,80	0,22	25,4
8. » + 0g,05 MS + 3 gouttes <i>Bact. aceti</i> . .	0,99736	9,80	0,54	25,2
9. Levure Bevaix	0,99772	9,80	0,45	26,2

Le milieu de culture était du moût stérilisé, la température de l'étuve 25°, la durée de l'expérience trois semaines. A côté de l'influence du MS sur la levure, on a cherché celle qu'il pourrait avoir sur des ferments de maladie ajoutés au moût.

La fermentation a marché régulièrement dans tous les ballons sauf dans le ballon n° 4 avec 0g,10 MS, qui a subi un retard d'environ 10 heures; le tube de dégagement de l'acide carbonique plongeant dans une solution d'acétate de plomb a permis de se rendre compte qu'il n'y avait aucun dégagement d'acide sulfhydrique. A la dégustation, les vins de moûts bisulfités ne montraient aucune différence avec les vins témoins, rien qui rappelât le goût des vins méchés. La quantité d'alcool produite par la levure *Champagne* n'a pas été influencée par la présence du MS; avec la levure *Diable* il y a eu une faible augmentation du degré alcoolique dans les moûts bisulfités.

L'acide volatil de la série *Champagne* montre que les vins au MS ont, comme il fallait s'y attendre, une acidité volatile plus forte provenant sans doute des

composés sulfureux; il faut aussi constater que la présence de 0g,05 MS a été impuissante à empêcher la production d'acides volatils, due aux ferments de maladie. Les fermentations avec la levure *Diabla* ont été plus influencées par le MS et cela d'une manière favorable: à côté d'une petite augmentation de l'alcool il y a eu une diminution anormale de l'acidité volatile.

On peut conclure de ces résultats: 1^o que jusqu'à 0g,10 par litre, le MS ne gêne pas la fermentation et peut même favoriser son achèvement: 2^o qu'il ne communique aucun goût aux produits fermentés.

Si le goût de « brant » ne provient pas de l'acide sulfureux du brantage, il faut qu'il provienne du soufre qui tombe ou sublime pendant l'opération. Afin de le constater, nous avons fait l'expérience suivante: six ballons de moût sucré et stérilisé ont étéensemencés de levure *Champagne* et additionnés de 0g,10 et 0g,15 MS par litre, d'un mélange de 0g,10 fleur de soufre et 0g,10 MS par litre, enfin de 0g,15 soufre en fleur et 0g,15 soufre de canon pulvérisé. La fermentation s'est effectuée à 25° et les produits ont été analysés quand le dégagement d'acide carbonique eut cessé.

	Poids spécifique	Alcool %	Acid. volat. g. p. litre
1. Témoin levure Champagne .	1,00537	8,05	0,42
2. » + 0g,10 MS par litre	1,00486	8,25	0,45
3. » + 0g,15 MS . . .	1,00228	8,35	0,60
4. » + 0g,10 S + 0g,10 MS	0,99840	9,05	0,29
5. » + 0g,15 S (canon) .	0,99754	9,20	0,27
6. » + 0g,15 S (fleur) .	0,99750	9,05	0,27

Cette fois, il y a eu production d'hydrogène sulfuré et la réaction a été très nette dans les tubes des trois

ballons contenant du soufre, surtout dans ceux du soufre en fleur; le liquide du ballon témoin et des ballons métrasulfités s'est vite éclairci, la levure se déposant bien avant la fin de la fermentation, tandis que le liquide des trois ballons au soufre est resté opalin avec la levure en suspension. A la dégustation, le goût de «brant» est prononcé dans les deux ballons avec le soufre seul, moindre dans le mélange S et MS, nul dans les autres. Cette première constatation est intéressante à noter, mais l'analyse nous réservait d'autres surprises.

La détermination de l'alcool dans le vin des trois premiers ballons montre l'influence favorable exercée par le MS comme dans l'expérience précédente; mais dans les trois ballons contenant du soufre, les différences avec le témoin deviennent considérables: ce ne sont plus quelques dixièmes de degré, mais un degré entier et cela aussi bien dans le vin au mélange de MS et de soufre que dans ceux fermentés avec du soufre pur. Pour l'acidité volatile, l'influence du soufre se fait encore mieux sentir, les moûts fermentés avec du soufre ont donné à peine les deux tiers de l'acidité volatile du témoin et, chose curieuse, l'action du soufre n'a pas été entravée par la présence du métrasulfite.

Un tel changement dans la marche de la fermentation ne pouvait avoir lieu sans que la levure s'en ressentit; en effet, à l'examen microscopique, tandis que les cellules de levures du témoin et du n° 3 avec 0,9,15 MS présentaient une apparence vigoureuse et un protoplasma homogène, les levures des n°s 4, 5, 6 étaient fortement granulées et vacuolisées, d'aspect maladif avec un $\%$ très élevé de cellules mortes se colorant directement à l'éosine.

Des résultats aussi inattendus demandaient à être précisés et confirmés : l'expérience fut donc recommencée avec une autre race de levure, la levure Bevaix (M. de Chambrier) et des doses différentes de soufre, le moût étant sucré plus fortement afin d'accroître si possible les différences. La durée de la fermentation a été de 16 jours à 25°.

	Poids spécifique	Alcool %	Aridité volatile g. par litre	Extrait g. par litre
Tém. levure Bevaix .	1,01231	8,2	0,40	58,8
» 0g,15 MS p. litre	1,01210	8,2	0,68	58,3
» 0g,05 S fleur .	0,99685	10,2	0,16	25,0
» 0g,20 S fleur .	0,99704	10,1	0,22	25,4
» 0g,15MS+0g,05S	0,99711	10,0	0,31	25,4

Les résultats ci-dessus sont du même ordre et plus accentués que ceux des essais précédents : la quantité du soufre employé ne semble pas avoir d'influence, ce corps insoluble ne pouvant guère exercer qu'une action de surface ; comme auparavant les fermentations sans soufre se sont rapidement clarifiées en conservant leur couleur primitive, tandis que celles au soufre se sont éclaircies plus lentement, le liquide a perdu de sa couleur et la lie est devenue plus rougeâtre. Quand on verse les liquides fermentés, on s'aperçoit que les nos 1 et 2 sont très chargés d'acide carbonique, tandis que les nos 3, 4, 5 n'en ont presque pas et coulent légèrement huileux comme des vins gras. A l'examen microscopique, mêmes observations que précédemment : les cellules des levures soumises à l'action du soufre sont plus granulées, déformées, vacuolisées ; la plupart se colorent à l'éosine dans l'essai avec 0g,20 de S, les neuf dixièmes dans les essais 3 et 5 et à peine un tiers dans les fermentations sans soufre.

Le fait du peu de différence entre l'effet de 0g,05 et de 0g,20 de soufre par litre invitait à s'assurer si des doses beaucoup plus faibles n'auraient pas le même effet et en même temps si d'autres composés du soufre ne pourraient exercer une influence analogue. Les essais suivants ont porté sur des doses de 0g,01 et 0g,02 de soufre par litre, puis sur un mélange de 0g,02 S et 0g,15 MS, où le soufre est comme dans les moûts brantés en présence d'un grand excès d'acide sulfureux; enfin à la dose de 0g,05 par litre, l'hyposulfite de soude, le sulfite de soude et le sulfate de magnésie. Le moût sucré et stérilisé a étéensemencé de levure Bevaix. Durée de l'expérience 18 jours à 25-28°. La fermentation s'est déclarée dès le second jour, sauf pour le n° 4 avec 0g,15 MS, qui n'a commencé que le quatrième jour.

	Poids spécifique	Alcool ‰	Acidité volat. g. par litre	Extrait g. par litre
Témoin levure Bevaix .	1,00280	9,4	0,34	37,2
» 0g,01 soufre fleur	0,99712	10,2	0,14	25,7
» 0g,02 S fleur .	0,99738	10,15	0,13	26,2
» 0g,02S+0g,15MS	0,99771	10,05	0,31	26,9
» 0g,05 S O ₄ Mg .	1,00050	9,55	0,32	34,6
» 0g,05 S ₂ O ₃ Na ₂ , 5aq.	1,00164	9,40	0,28	34,3
» 0g,05 S O ₃ Na ₂ .	0,99989	9,80	0,37	31,2

Il y a eu dégagement d'hydrogène sulfuré dans tous les ballons contenant du soufre et dans celui contenant de l'hyposulfite, aucun dans les autres; pour le reste mêmes remarques que précédemment, le soufre, malgré la dose très minime, a donné des résultats tout aussi nets, soit dans le degré alcoolique, soit dans l'acidité volatile. Le sulfite a eu aussi une légère influence sur l'atténuation (‰ du sucre

fermenté), l'hyposulfite et le sulfate n'ont fait que diminuer un peu l'acidité volatile, mais les différences sont trop faibles pour être prises en considération. Il est à remarquer que l'hyposulfite ayant par l'action de la levure fourni de l'hydrogène sulfuré sans autre effet sur l'alcool et l'acidité volatile, on ne pourrait guère attribuer à la seule production d'hydrogène sulfuré l'étrange action du soufre sur la fermentation.

Une nouvelle série d'essais fut alors faite avec d'autres levures et un moût très fortement sucré, pesant 1,100, pendant un temps plus long, soit un mois, afin de s'assurer qu'il ne s'agissait pas seulement d'une accélération momentanée de la fermentation. Pour chaque levure un ballon fut laissé comme témoin, l'autre additionné de 0g,02 de soufre par litre: en outre deux ballons reçurent, outre la levure Bevaix, deux gouttes d'une culture de *Bacterium aceti*, l'un avec, l'autre sans soufre; il était en effet bon de rechercher si l'effet du soufre, qui restreint la quantité des acides volatils produits par la levure, ne contrecarrerait pas l'action de la bactérie acétique sur l'alcool, soit la production de ces mêmes acides volatils par un autre microbe. L'action du MS et du mélange soufre et MS dans ces conditions spéciales furent également essayées dans deux ballons avec la levure Champagne.

	poids spécifique	Alcool %	Acidité volatile g. par litre	Extrait
1. Lev. Volnay témoin	1,01689	11,3	0,68	—
2. Id. + 0g,02 S .	1,00517	12,8	0,38	51,1
3. Lev. Diable témoin.	1,03012	9,5	0,89	—
4. Id. + 0g,02 S .	1,00376	12,9	0,46	48,9

	Poids spécifique	Alcool %	Acidité volatile g. par litre	Extrait
5. Lev. Bevaix témoin	1,02538	10,3	0,64	—
6. Id. + 0g,02 S .	1,00742	12,4	0,38	56,0
7. L. Bev. + <i>Bact. aceti</i>	1,02745	10,1	0,70	—
8. Id. + 0g,02 S .	1,00446	12,9	0,33	50,6
9. Lev. Champag. tém.	1,01827	10,8	0,88	—
10. Id. + 0g,02 S .	0,99610	13,75	0,45	32,6
11. Lev. Champ. 0g,15 MS	1,00379	13,0	1,00	49,2
12. Id. + 0g,15 + 0g,02 S	0,99526	13,70	0,63	34,0

Ici, on peut aisément se rendre compte à la fois de l'influence de la race de levure et de celle du soufre en général: dans ce moût fortement sucré, les levures ne trouvaient pas un terrain bien favorable, la haute teneur en acides volatils des témoins l'indique clairement ainsi que le peu d'alcool produit; mais cela rend d'autant plus remarquable le fait qu'une trace de soufre a suffi pour augmenter de 2 et 3 $\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$ la production d'alcool et diminuer de moitié l'acidité volatile.

L'essai avec les bactéries acétiques n'a pas donné de résultats probants, les conditions de l'expérience ayant enlevé à ces bactéries l'oxygène nécessaire à leur développement. Quant au métrasulfite, il a donné un développement tout à fait extraordinaire, sans que son influence atteigne cependant celle du soufre.

Tous ces essais avaient été faits avec des moûts plus ou moins sucrés; au moment de la vendange, nous avons voulu essayer l'effet du soufre et de différentes levures sur du moût frais non stérilisé, pris sous le pressoir. Mais, à l'analyse, il n'y avait pas de différence entre les vins des douze ballons en expé-

rience, vu la faiblesse du moût: tous étaient complètement fermentés, l'alcool variant entre 7,7 et 7,6[°]/₁₀₀, l'acidité volatile 0,31 à 0,40, encore les fleurs qui se sont développées dans quelques ballons avant la fin de l'expérience ont-elles pu influencer les résultats.

M. le professeur Billeter, à qui je parlai un jour de ces essais, m'ayant fait remarquer très justement que la présence dans mes moûts sucrés de sucre non interverti pouvait être pour quelque chose dans les résultats des précédentes expériences, je résolus de refaire mes essais sur un moût sucré avec une solution de candi, interverti par trois quarts d'heure d'ébullition avec 1[°]/₁₀ d'acide tartrique et dont l'intervention totale fut constatée par l'analyse. Ce moût, poids spéc. 1,11101, fut réparti dans quatre ballons, lesquels, après stérilisation, furent ensemencés de levure Champagne et reçurent, le n^o 2 0g,02 de soufre par litre, le n^o 4 0g,10 de MS par litre et le n^o 3 une petite lentille faite avec du soufre pur cristallisé, puis fondu, et pesant exactement 0g,235.

Après un mois de fermentation, l'analyse a donné :

	Poids spécifique	Alcool °/100	Acidité volatil. g. par litre	Extrait g. par litre	Glycérine
Témoin lev. Champ.	1,00147	14,39	0,79	46,0	9,4
0g,02 S fleur . .	0,99420	15,40	0,55	32,2	8,2
0g,235 S fondu . .	1,00162	14,29	0,64	47,2	7,1
0g,10 MS. . . .	0,99969	14,67	0,68	43,6	8,4

Ici, il est bien évident que l'intervention complète a permis à la levure du témoin, qui, dans l'essai précédent, avait à peine fourni 11[°] d'alcool, une fermentation beaucoup plus énergique; mais l'influence du soufre se fait toujours sentir, soit sur l'alcool, soit sur l'acidité volatile.

Quant au soufre fondu, dont le poids n'a pas varié d'un milligramme après l'opération, son action a été nulle, sauf une diminution insignifiante de l'acidité volatile. Mon ami et collègue M. Conne a eu la grande amabilité de se charger des dosages de glycérine dans ces quatre fermentations; malheureusement la grande quantité d'extrait dans ces vins rend ce dosage, par lui-même long et fastidieux, encore plus pénible, et je ne crois pas que l'on puisse déduire quelque chose des différences trouvées.

Si nous résumons ce que ces essais nous ont appris sur l'influence du soufre sur la fermentation alcoolique, nous voyons que la présence de $\frac{1}{100000}$ de soufre dans un milieu sucré suffit pour rendre la fermentation plus complète et plus rapide, pour diminuer sensiblement la production d'acidité volatile, enfin pour épuiser plus rapidement les forces et la vitalité de la levure.

Cette influence du soufre se fait d'autant mieux sentir lorsque la levure de vin est gênée par la présence de saccharose; il y a donc tout lieu de croire que le soufre favorise tout spécialement la diastase hydrolysante ou sucrase du *Saccharomyces ellipsoideus*. Mais ce n'est là qu'un léger aperçu sur une question vaste et compliquée.

Il faudrait de nouvelles expériences pour voir si d'autres disaccharides et trisaccharides, ainsi que les maltodextrines, ne pourraient pas, en présence du soufre, être plus facilement fermentescibles par les levures de vin et les levures de bière ou de distillerie; il faudrait aussi étendre ces recherches à l'action certaine du soufre sur les diastases de l'organisme animal.

Pour le moment, nous jugeons de l'effet produit sans pénétrer le mécanisme de l'action. Comme cela

a d'ailleurs été constaté depuis longtemps, la levure transforme en hydrogène sulfuré une minime partie du soufre, mais est-ce cette partie-là seulement qui agit si fortement sur le dédoublement du sucre, il est permis d'en douter après avoir vu la levure fabriquer de l'hydrogène sulfuré aux dépens de l'hyposulfite et cela sans provoquer les phénomènes dus au soufre.

Je ne puis que signaler à tous ceux qui s'occupent de la chimie des diastases ce nouveau champ d'investigations intéressantes.

*Laboratoire de l'Ecole de viticulture
d'Auvernier.*



L'ANATOMIE FOLIAIRE

DES

CAREX SUISSES

PAR HENRI SPINNER

INTRODUCTION

Le genre *Carex*, L., avec environ 800 espèces, présente, à première vue, une monotonie extraordinaire dans le développement de ses organes foliaires et, en effet, la morphologie les embrasse tous dans une diagnose unique et élémentaire : « Feuilles linéaires, rectinerviées. »

Pour une étude anatomique, la chose n'est plus si simple. Les *Carex*, Monocotylédones inférieures, ont conservé des propriétés ancestrales une remarquable tendance à la reproduction végétative et beaucoup d'espèces l'ont développée énormément par adaptation secondaire au genre d'existence.

Chez les espèces vivaces, il importe de distinguer tout d'abord les *rejets stériles* purement végétatifs et foliaires et les *rejets fertiles* d'une importance très variable, représentant généralement tous deux des bourgeons latéraux du rhizome souterrain qui est l'axe principal. Suivant la longueur des entrenœuds

du rhizome, la plante dans son ensemble prend un aspect touffu ou une apparence gazonnante; mais, quoi qu'il en soit, il arrive souvent que les rejets stériles par leur développement considérable ne laissent aux pousses fertiles qu'une place secondaire, à tel point que les feuilles basales des chaumes sont réduites à n'être plus que des écailles.

Nous ne ferons pas ici l'histoire du développement de ces diverses sortes de feuilles, elle se trouve déjà dans les ouvrages *ad hoc*. Un auteur suédois, H. Nilsson, les a étudiées anatomiquement et comparativement et a démontré que les divergences de structure marchent de pair avec les différences morphologiques. En nous basant sur ce travail, ainsi que sur diverses observations préliminaires personnelles, nous posons comme premier principe la nécessité de séparer nettement les catégories suivantes :

1. Les *feuilles des rejets stériles*;
2. Les *feuilles radicales des chaumes*;
3. Les *feuilles caulinaires des chaumes*;
4. Les *bractées*.

Or, pour une étude sérieuse, il importe naturellement de ne comparer que le semblable au semblable. Pour nous conformer à ce principe, dans la mesure du possible, nous avons choisi pour notre travail des *feuilles radicales de chaumes fleuris, arrivées à leur complet développement*, et les coupes que nous comparons ont été faites *vers la moitié de la longueur du limbe*, là où il atteint sa plus grande largeur.

L'anatomie générale de la feuille des Cypéracées n'est plus chose absolument neuve, comme le prouvent les nombreux travaux indiqués plus loin. Nous

ne nous arrêterons pas sur ce qui est déjà connu et nous n'entrerons dans des détails circonstanciés qu'aux chapitres spéciaux.

Nous avons tenu à commencer par les *Carex* suisses; nous avons pris de chaque espèce trois ou quatre exemplaires de stations différentes, soit dans l'Herbier suisse, soit dans l'Herbier général du Musée botanique de l'Université de Zurich. Les renseignements manquants pour terrains et altitudes ont été déterminés aussi complètement que possible avec l'aide des atlas Dufour et Andree, ainsi que de flores locales.

La nomenclature adoptée est celle d'Engler et Prantl, reproduite dans la Flore de la Suisse de Schinz et Keller. Suivant l'usage adopté depuis quelques années, nous avons modernisé certains noms, ainsi *Carex Davalliana* en *C. Davallii*. Les numéros d'ordre des espèces, ainsi que ceux de la liste bibliographique sont destinés à servir de guides à travers tout le travail, pour éviter la répétition fastidieuse de longs renseignements.

Ces deux listes suivent directement l'introduction.

L'examen macroscopique des organes foliaires en question révèle peu de choses, les saillies des principaux faisceaux libéroligneux, parfois, mais rarement des poils. Leur surface rude au toucher indique la présence de trichomes spéciaux, souvent acérés sur les bords et plus ou moins incrustés de matière minérale.

Une coupe transversale mince examinée au microscope est plus parlante et permet de constater, même sans coloration spéciale, que l'organe est *dorsiventral*, soit à deux faces dissemblables et présente une différenciation des tissus remarquablement avancée. On y distingue en effet les parties suivantes :

a. Les deux épidermes, supérieur et inférieur, incolores, presque toujours différents avec leurs *stomates* et leurs *trichomes* ;

b. Le mésophylle, parenchyme vert, assimilateur, plus ou moins différencié et traversé par de *castes canaux aëri-fères* souvent coupés de *diaphragmes incolores* ;

c. Les faisceaux libéroli-gneux, typiquement collatéraux, avec leurs diverses *garnes* généralement bien développées, ainsi que leurs *arcs scléreux péri-cycliques*.

Ces coupes témoignent en outre de la grande variété de *formes* et de *dimensions* des organes considérés.

Pour un coup d'œil d'ensemble, nous renvoyons à la planche I.

Nous étudierons successivement en détail ces diverses parties dans l'ordre indiqué à la Table des matières, puis nous chercherons les relations possibles entre la structure anatomique observée et la classification morphologique des *Carex* suisses.

LISTE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

N ^{os}	ESPÈCES	Herbier	Donateur	ORIGINE
1	<i>Carex acuta</i> , L.	S.		Lac de Walen, emb. de la Linth
2	» » »	»	Wolf	De Granges à St-Léonard (Valais)
3	» » »	»		Egelmoos près Berne
4	» » »	G.	Kneucker	Federbach p. Daxlanden (Bade)
5	<i>C. acutiformis</i> , Ehrh.	S.	Vetter	Yvonand, bords du lac
6	» » »	»	»	Schaffhouse
7	» » »	»	Wolf	Nouveau stand de Sion
8	» » »	G.	Kneucker	Daxlanden
9	» » »	»	Ozanon	St-Emiland (Saône et Loire)
10	<i>C. alba</i> , Scop.	S.	Miller	Bois de Catogne (Champex)
11	» » »	»	Vetter	Orbe, bord de la rivière
12	» » »	»	Spiers	Taillis au Salève.
13	» » »	G.	Kugler	Pfronten (Allgau)
14	<i>C. aterrima</i> , Hoppe	S.	Favrat	Grand St-Bernard.
15	» » »	»	Wolf	Grammont (Valais)
16	» » »	»	Hegi	Val Forno
17	» » »	G.	Gornaz	Valle Lia (Bormio)
18	<i>C. atrata</i> , L.	S.	Vetter	Pont du Gard (Val de Bagnes)
19	» » »	»	Hegi	Val Dischma
20	» » »	G.	Baenitz	Kongsvald (Drivathal), Norvège
21	» » var. <i>varia</i>	S.	Wilczek	Sem. de Dorpat développ. à Zurich
22	» » » <i>aterr.</i> H.	»	Schlatter	Hinterrißalp (St-Gall)
23	<i>C. bicolor</i> , All.	»	Wolf	Vallée de Dix, Barma-Seilon
24	» » »	»	Kneucker	Glacier du Rhône, hôtel Gletsch
25	» » »	»	Huguenin	Val Piora (Tessin)
26	» » »	G.	Arvet	Vallon Ségur (Mont Viso)
27	<i>C. brizoides</i> , L.	S.	Favrat	Aarwangen
28	» » »	»	Vetter	Payerne
29	» » »	»	Huguenin	Val Piora
30	» » »	G.	Kneucker	Durlach (Bade)
31	<i>C. brunescens</i> , Poir.	S.	Tavel	St-Gothard
32	» » »	»	Wolf	Grand St-Bernard
33	» » »	»	»	Val de Bagnes
34	» » »	G.	Leresche	Aumalhue (Majorque)
35	<i>C. Buxbaumii</i> , Wahlg.	S.	Schalch	Lac de Huttwyl (Thurgovie)
36	» » »	»	von Rütte	Belpmoos près Berne
37	» » »	»	Mœhrle	Marais d'Orbe
38	» » »	G.	Warodell	Snasahögen-Jemtland (Suède)
39	<i>C. caespitosa</i> , L.	S.	Reuter	La Trélasse, derrière la Dôle
40	» » »	»	Kneucker	Hôtel Belvédère, Furka
41	» » »	»	Wolf	Champlan sur Sion
42	» » »	G.	Schatz	Baar (Jura badois)
43	<i>C. canescens</i> , L.	S.	Huguenin	St-Gothard
44	» » »	»	Pittier	Alpes de Château-d'Ex

N ^o	ESPÈCES	Herbier	Donateur	ORIGINE
45	<i>C. canescens</i> , L.	S.		Engesumpf, près Schaffhouse
46	" " "	G.	Kneucker	Prairies maréc. de Kapsweier
47	<i>C. capillaris</i> , L.	S.	E. Schinz	Val Sertig
48	" " "	"	Miller	Bonnatchesse (Val de Bagnes)
49	" " "	"	Wolf	Riffelberg
50	" " "	G.	Lüscher	Laufenbourg
51	<i>C. chordorrhiza</i> , Ehrh.	S.	Vetter	Chasseral
52	" " "	"	Tièche	La Vraconne
53	" " "	"	Muret	Schachen-Einsiedeln
54	" " "	G.	Schepig	Teufelsee, près Spandau
55	<i>C. claviformis</i> , Hoppe	S.	Wolf	Sanetsch
56	" " "	"	Tavel	Alpes de Bex, près Solalex
57	" " "	G.	Kneucker	Val Binnen (Valais)
58	<i>C. contigua</i> , Hoppe	S.	Vetter	Valeyres, près Orbe
59	" " "	"	Miller	Fionnay (Val de Bagnes)
60	" " "	G.	Kneucker	Daxlanden
61	" " "	"	Treffer	Schlossberg-Taufers (Tyrol)
62	<i>C. curvula</i> , All.	S.	Wolf	Tête-Noire de Seilon
63	" " "	"	Vetter	Chanrion (Val de Bagnes)
64	" " "	G.	Abbé Faure	Lautaret, Combe-Noire (Hautes-Alp.)
65	" " <i>β. major</i>	S.	Tavel	Windegg
66	" " <i>γ. mirabilis</i> , S.	"	Favrat	Grimsel
67	<i>C. cyperoides</i> , L.	"		Bains de Brigue
68	" " "	G.	F. Karo	Nertschinsk s. Nertsch (Daourie russe)
69	<i>C. Davallii</i> , Sm.	S.	H. Schinz	Sihlwald, près Zurich
70	" " "	"		Losrüttli, près St-Gall
71	" " "	"	G. Hegi	Val Dischma
72	" " "	"	Wolf	Blatten (Louèche-les-Bains)
73	" " "	G.	Kneucker	Daxlanden
74	<i>C. dilatata</i> , L.	S.	Vetter	Aubonne
75	" " "	"		Schleitheim
76	" " "	"	Wolf	Derrière-Tourbillon
77	" " "	G.	Treffer	Lettach (Tyrol)
78	<i>C. dioica</i> , L.	S.	Tavel	Einsiedeln
79	" " "	"	Reuter	Marais de Bossey, près Genève
80	" " "	"	Vetter	Le Sentier (Vallée de Joux)
81	" " "	G.	Troch	Bergh (Brabant belge)
82	<i>C. distans</i> , L.	S.	Wolf	Sion
83	" " "	"	Schlatter	Gaiserwald, près St-Gall
84	" " "	"	Favrat	Lausanne
85	" " "	G.	Kneucker	Waghäusel (Bade)
86	<i>C. disticha</i> , Huds.	S.	Tavel	Zollikofen
87	" " "	"	Wolf	Plaine du Rhône
88	" " "	"	Hegetschweiler	Lac de Zoug, près Zoug
89	" " "	G.	Kneucker	Federbach, près Daxlanden
90	<i>C. echinata</i> , Murr.	S.	Vetter	Vallée de Joux

N ^{os}	ESPÈCES	Herbier	Donateur	ORIGINE
91	<i>C. echinata</i> , Murr.	S.	Hegi	Val Forno
92	" " "	"	Vetter	Niderlinbachwald, près Berne
93	" " "	G.	Kneucker	Wissembourg (Alsace)
94	" " v. <i>grypus</i> , Schk.	S.	Wolf	Hospice du Grimsel
95	" " "	"	E. Schinz	Sertig
96	<i>C. elongata</i> , L.	"	Bernet	Bois de Fernex
97	" " "	"	Schalch	Escheimendstal
98	" " "	"	Wolf	Les Iles de Conthey
99	" " "	G.	Strasser	Seitenstetten (Basse-Autriche)
100	<i>C. ericetorum</i> , Poll.	S.	Siegfried	Eierbrecht-Rehthobel (Zurichberg)
101	" " "	"	"	Wolfensberg, près Winterthour
102	" " "	"	Wolf	Champlan
103	" " "	"	"	Grand St-Bernard
104	" " "	G.	Kneucker	Friedrichsfeld (Bade)
105	" " <i>β. membranacea</i> , H.	S.	Favrat	Schwarzsee, près Zermatt
106	<i>C. Favratii</i> , <i>echinata</i> × <i>panic.</i>	"	"	Alpes d'Ulrichen
107	<i>C. ferruginea</i> , Scop.	"	Hegi	Kreuzegg (Toggenbourg)
108	" " "	"	Wolf	Hörnli sur Zermatt
109	" " "	"	Jäggi	Pilate, aux Kilchsteinen
110	" " "	G.	Ferrari	Monte Autaretto (Alpes marit.)
111	<i>C. filiformis</i> , L.	S.	Jaccard	Vionnaz
112	" " "	"	Tavel	Bords du Katzensée
113	" " "	"	Vetter	Lac de Seedorf (Fribourg)
114	" " "	G.	Warodell	Pilgrimbad (Jemtland)
115	<i>C. fimbriata</i> , Schkr.	S.	Wolf	Riffelberg
116	" " "	"	"	Riffelberg
117	<i>C. firma</i> , Host.	"	Tavel	Bernina-Alpe Grüm
118	" " "	"	Wolf	Zermatt
119	" " "	"	Vetter	Meglisalp (Appenzell)
120	" " "	G.	Reverchon	Sommet du Ventoux
121	<i>C. flacca</i> , Schreb.	S.	Steinmann	Rosenberg (St-Gall)
122	" " "	"	Favrat	Riffelalp
123	" " "	"	E. Schinz	San Salvatore
124	" " "	G.	Miller	Worle Hill. Nord-Somerset
125	" " "	"	Reverchon	Kerata (Algérie)
126	<i>C. flava</i> , L.	S.	Wolf	Maladeire de Sion
127	" " "	"	Ayasse	Bossey, près Genève
128	" " "	G.	Keller	Trescavica planina (Bosnie)
129	" " v. <i>alpina</i> , Kn.	S.	Kneucker	Hospenthal
130	" " v. <i>lepidocarpa</i> , Taus.	"	Vetter	Valangin
131	" " " "	G.	Kneucker	Waghäusel
132	" " v. <i>Ederi</i> , Ehrh.	S.	Schlatter	Leh, près Mörschwil (St-Gall)
133	" " " "	"	Wolf	Zermatt
134	" " " "	G.	Bænitz	Dantzig
135	<i>C. foetida</i> , Vill.	S.	Wolf	Hörnli, cabane du C. A. S.
136	" " "	"	Tavel	Rawyl

N ^{os}	ESPÈCES	Méthode	Donateur	ORIGINE
137	<i>C. fetida</i> , Vill.	S.	Wolf	Grand St-Bernard
138	" " "	G.	Pellat	Lautaret (Hautes-Alpes)
139	" " f. <i>pallens</i> , Kn.	S.	Kneucker	Près du Glacier du Rhône
140	" " f. <i>pallescens</i> , Kn.	"	"	Près du Glacier du Rhône
141	<i>C. frigida</i> , All.	"	Hegi	Val del Fain (Haute-Engadine)
142	" " "	"	Tavel	Saas
143	" " "	G.	Perrin	Holneck (Vosges)
144	" " v. <i>debilis</i> , Favrat	S.	Tavel	Locarno-Ponte-Brolla
145	<i>C. Gaudini</i> , Guthn.	"	Christ	Bregenz
146	" " "	G.	Porta	Val Daone (Tyrol méridional)
147	<i>C. Goodenoughii</i> , Gay	S.	Hegi	Casanapass
148	" " "	"	"	Val Albigno (Bregaglia)
149	" " "	"	Vetter	Aubonne, carrière des Rochettes
150	" " <i>vulgaris</i> , Fries	"	Wolf	La Barma d'Hérémence
151	" " " "	G.	Kneucker	Waghäusel
152	" " v. <i>turfosa</i> , Fr.	S.	Appel	Engesumpf (Schaffhouse)
153	" " v. <i>juncella</i> , Fr.	"	Favrat	Bever
154	" " " "	G.	Schatz	Gutmadingen (Jura badois)
155	<i>C. gynobasis</i> , Vill.	S.	Vetter	Neuchâtel
156	" " "	"	Christ	Istein, près Bâle
157	" " "	"	Käser	Besserstein, près Brugg
158	" " "	G.	Benitz	Sib. Portes de Fer
159	" " "	"	Penzig	Menton
160	<i>C. heleonastes</i> , Ehrh.	S.	Tièche	Lac d'Eschi (Soleure)
161	" " "	"	"	Vallée de Joux
162	" " "	"	Contejean	St-Julien (Doubs)
163	" " "	G.	Benitz	Valders, Nuysten (Norvège)
164	<i>C. hirta</i> , L.	S.	Wolf	Viège
165	" " "	"	Hegi	Haselberg (Thurgovie)
166	" " "	"	Spiess	Genève (Bois des Frères)
167	" " "	G.	Tillet	Villefranche sur Saône
168	<i>C. Hornschuchii</i> , Hop.	S.	Wolf	Maladeire de Sion
169	" " "	"	Vetter	Montherod, près Aubonne
170	" " "	"	"	Montherod, près Aubonne
171	" " "	"	Hegi	Bichelsee (Thurgovie)
172	" " "	G.	Kneucker	Waghäusel
173	<i>C. humilis</i> , Leysser	S.	Vetter	Neuchâtel
174	" " "	"	Tavel	Dachsen, près Schaffhouse
175	" " "	"	Wolf	En montant aux Mayens
176	" " "	G.	Troch	Han sur Lesse (Belgique)
177	<i>C. incurva</i> , Lightf.	S.	Meyer	Bever
178	" " "	"	Wolf	Lac du Riffelhorn
179	" " "	"	Hegi	Delta d'Isola (Lac de Sils)
180	" " "	G.	"	Tromsönd
181	<i>C. irrigua</i> , Sm.	S.	Kneucker	Grimsel
182	" " "	"	Vetter	Schwändi-Kaltbad, près Sarnen

N ^{os}	ESPECES	Herbier	Donateur	ORIGINE
183	<i>C. irrigua</i> , Sm.	S.	Mœhrlen	Lac de Davos
184	» » »	G.	Bœnitz	Tromsø sur Huko
185	<i>C. Laggeri</i> , Wimm. =	S.	Schlickum	Grimsel
186	<i>C. foetida</i> × <i>lagopina</i>	»	Wolf	Hohlicht (Simplon)
187	<i>C. lagopina</i> , Wahlbg.	»	Hegi	Lac de Lunghin
188	» » »	»	Wolf	Tête Noire de Seilon
189	» » »	»	Hegi	Val Albigno (Bregaglia)
190	» » »	G.	Bœnitz	Kongs vold-Dovre Fjeld (Norvège)
191	<i>C. leporina</i> , L.	S.	Hegi	Albula
192	» » »	»	Vetter	Aux Croisettes sur Lausanne
193	» » »	»	Huguenin	Val Piora
194	» » »	G.	Kneucker	Ettlingen (Bade)
195	<i>C. limosa</i> , L.	S.	Wolf	Ganther (Simplon)
196	» » »	»	Spieß	Lossy, près Genève
197	» » »	»	Tièche	Lac d'Eschi (Soleure)
198	» » »	G.	Behrendsen	Environs de Berlin
199	<i>C. microglochin</i> , Wahlbg.	S.	Käser	Val Bregalga (Avers)
200	» » » =	»	Wolf	Vallée de Dix: Barma-Seilon
201	<i>Uncinia microglochin</i>	»	Tavel	Albula, sud de l'hospice
202	» (Wahlbg.) Spreng.	G.	Noto	Ile Ringvatsö (Norvège)
203	<i>C. microstyla</i> , Gay	S.	Muret	Grimsel
204	» » »	»	Wolf	Grand St-Bernard
205	» » »	»	Hegetschweiler	St-Gothard
206	<i>C. montana</i> , L.	»	Wolf	Tourbillon
207	» » »	»	Schlatter	Sittertobel, près St-Gall
208	» » »	G.	Kneucker	Grötzingen (Bade)
209	<i>C. mucronata</i> , All.	S.	Bernoulli	Flimserstein, près Coire
210	» » »	»	Kugler	Pfronten (Bavière)
211	» » »	G.	Treffer	Kuntten (Tyrol)
212	<i>C. nigra</i> (L.), All.	S.	Wolf	Pic d'Arzinol
213	» » »	»	H. Schinz	Albula
214	» » »	»	Vetter	Sanetsch
215	» » »	G.	Bordère	Pic Blanc (Pyrénées)
216	<i>C. nitida</i> , Host.	S.	Wolf	Valère
217	» » »	»	»	Viège
218	» » »	»	Vetter	Aubonne-Montherod
219	» » »	G.	Cailler	Montagnes près Neusatz (Crimée)
220	<i>C. Ohmüller</i> , O.-F. Lang	S.	Jäggi	Frauental (Zoug)
221	» » » =	»	Lüscher	Zofingue
222	<i>C. brizoides</i> × <i>remota</i>	»	Lang	Sion
223	» » »	G.	Fizers	Goldberg (Silésie)
224	<i>C. ornithopoda</i> , Willd.	S.	Wolf	Fully
225	» » »	»	Bleuler	Lac de Statz (Haute-Engadine)
226	» » »	»	Schoren	Environs de St-Gall
227	» » »	G.	Kneucker	Daxlanden, bord du Rhin
228	<i>C. Pairwi</i> , F. Schultz	S.	Wolf	De Granges à St-Léonard

N ^o	ESPÈCES	N ^o et	Donateur	ORIGINE
229	<i>C. Pairæi</i> , F. Schultz	S.	Wolf	Bramois
230	" " "	"	"	Derrière Tourbillon
231	" " "	G.	Kneucker	Hardtwald (Bade)
232	<i>C. pallescens</i> , L.	S.	Hegi	Ordeno (Maloja)
233	" " "	"	Vetter	Lavigny, près Aubonne
234	" " "	"	Wolf	Zermatt
235	" " "	G.	Kneucker	Ettlingen (Bade)
236	<i>C. panicea</i> , L.	S.	Vetter	Schleitheim
237	" " "	"	Wolf	La Barma d'Hérémence
238	" " "	"	Schlatter	Rosenberg (St-Gall)
239	" " "	G.	Kneucker	Daxlanden
240	<i>C. paniculata</i> , L.	S.	Tavel	Bremgartnerwald (Berne)
241	" " "	"	Hegi	Marmoré sur Sils
242	" " "	G.	Kneucker	Eggenstein (Bade)
243	<i>C. paradoxa</i> , Willd.	S.	Tavel	Près Berne
244	" " "	"	Mohrlen	Etang d'Arnex, près Orbe
245	" " "	G.	Kneucker	Leopoldshafen
246	<i>C. pauciflora</i> , Lightf.	S.	Vetter	Einsiedeln
247	" " "	"	"	Le Sentier
248	" " "	"	Huguenin	Val Piora
249	" " "	G.	Buchenau	Devant St-Pétersbourg
250	<i>C. pendula</i> , Huds.	"	Spinner	Uetliberg, versant du lac
251	" " "	S.	Vetter	Vallée de l'Aubonne
252	" " "	"	Hegi	Steinthal, près Wattwyl (St-Gall)
253	" " "	G.	Hinrichsen	Kollund (Schleswig)
254	<i>C. Personii</i> , Sieb.	S.	Tièche	Bellelay (Bura hernois)
255	" " "	"	"	Hospice du Grand St-Bernard
256	" " "	"	Tavel	Windegg
257	" " "	G.	Barnitz	Tromsø Flöifjeld
258	<i>C. pilosa</i> , Scop.	S.	Zollikofer	Marbach (Rheintal)
259	" " "	"	Wolf	Val d'Illiez
260	" " "	G.	Palla	Purkersdorf (Autriche)
261	" " <i>v. glabra</i> , Christ.	S.	Wolf	Conduite d'eau du Convent de Sion
262	<i>C. pilulifera</i> , L.	"	H. Schinz	Monte-Generoso
263	" " "	"	Schlatter	Gaiserwald, près St-Gall
264	" " "	"	Vetter	Peney-le-Jorat
265	" " "	G.	Kneucker	Mühlburg (Bade)
266	<i>C. polyrrhiza</i> , Wallr.	S.	Moniez	Baume, près Lons-le-Saulnier
267	" " "	"	Vetter	Schleitheim
268	" " "	"	Schlatter	Vögelisegg (St-Gall)
269	" " "	G.	de Puyfol	Raulhac (Cantal)
270	<i>C. praecox</i> , Schreb.	S.	Vetter	Schleitheim
271	" " "	"	Wolf	Pied de la Gemmi
272	" " "	"	Vetter	Sommet du Creux-du-Van
273	" " "	"	H. Schinz	Sommet du Monte-Generoso
274	" " "	"	"	Sommet du Monte-Generoso

N ^o	ESPECES	Herbier	Donateur	ORIGINE
275	<i>G. præcox</i> , Schreb.	G.	Kneucker	Mühlburg
276	" " "	"	"	Fürth
277	<i>G. pseudocyperus</i> , L.	S.	Bleuler	Katzensee
278	" " "	"	Jäggi	Lac d'Eschi
279	" " "	"	Wolf	Ecône (Valais)
280	" " "	G.	Sarntheim	Völs (Tyrol)
281	<i>G. pulicaris</i> , L.	S.	Wolf	Lac de Champex
282	" " "	"	Mœhrlen	Marais de Bavois, près Orbe
283	" " "	"	Schlatter	Hinteres Lottenwylermoos (St-Gall)
284	" " "	G.	Troch	Polleur (Liège)
285	<i>G. punctata</i> , Gaud.	S.	Leresche	Ponte-Brolla, près Locarno
286	" " "	"	Christ	Locarno
287	" " "	G.	Kneucker	Karlsruhe
288	<i>G. remota</i> , L.	S.	Wolf	Vouvry
289	" " "	"	Vetter	Schleitheim
290	" " "	"	Christ	Bâle
291	" " "	G.	Bœnitz	Trebnitz (Silésie)
292	" " v. <i>repens</i> , Britt.	S.	Rostan	Pavie
293	" " "	G.	Spribille	Getau (Posen), versant N. de la Vistule
294	<i>G. riparia</i> , Curt.	S.	Wolf	Viège
295	" " "	"	Vetter	Yvonand, bord du lac
296	" " "	"	Lüscher	Wildeggen
297	" " "	G.	Kneucker	Daxlanden
298	<i>G. rostrata</i> , With.	S.	Hegi	Parc du château de Maloja
299	" " "	"	Schlatter	Lettenwylermoos (St-Gall)
300	" " "	"	Wolf	Vernayaz
301	" " "	G.	Buchenau	Gröpelingen, près Brème
302	<i>G. rupestris</i> , All.	S.	Wolf	Roches du glacier de Giétroz
303	" " "	"	Favrat	Schwarzsee de Zermatt
304	" " "	"	Wolf	Riffel
305	" " "	G.	Noto	Karlsø (Norvège)
306	<i>G. sempervivens</i> , Vill.	S.	Steiger	Axalp (Faulhorn)
307	" " "	"	Wolf	Au pied du Riffel
308	" " "	"	Hegi	Val Dischma
309	" " "	G.	Schatz	Rosshorn (Bade)
310	<i>G. silvatica</i> , Huds.	S.	Schlatter	Sitterwald, près St-Gall
311	" " "	"	Vetter	Aubonne
312	" " "	"	Wolf	Au-dessus de Monthey
313	" " "	G.	Keller	Nevesinje-Les Velèz sur Jezers (Herzégovine)
314	<i>G. sparsiflora</i> (Wahlb.), St.	S.	Leresche	Schwabhorn dans la chaîne du Faulhorn
315	" " "	"	Leresche	Schwabhorn dans la chaîne du Faulhorn
316	" " "	G.	Fieck	Brunnenberg, Monts des Géants (Silésie)
317	<i>G. stricta</i> , Good.	S.	Knecht	Bichelsee
318	" " "	"	Wolf	Sierre
319	" " "	"	Ayasse	Versoix
320	" " "	G.	Kneucker	Baden-Baden

N ^{os}	ESPÈCES	Herbier	Donateur	ORIGINE
321	<i>C. strigosa</i> , Huds.	S.	Lüscher	Laufenbourg
322	" " "	"	Jäggi	Hausen sur Albis
323	" " "	G.	Troch	Jette St-Pierre (Belgique)
324	<i>C. tenax</i> , Reut.	S.	H. Schinz	San-Salvatore, versant du côté de Lugano
325	" " "	"	Tavel	San-Salvatore, versant du côté de Lugano
326	" " "	G.	Porta	Val di Ledro (Tyrol méridional)
327	<i>C. tenuis</i> , Host.	S.	Brasch	Schynige Platte
328	" " "	"	H. Schinz	Lac de Lowierz
329	" " "	"	Lüscher	Passwang
330	" " "	G.	Gander	Raulikofel (Tyrol oriental)
331	<i>C. teretiuscula</i> , Good.	S.	Vetter	Montherod, près Aubonne
332	" " "	"	Möhrli	Le Sentier
333	" " "	"	Schlatter	Staad (Rheintal)
334	" " "	G.	Fridtz	Tjeusrutdjern (Norvègesseptent.)
335	<i>C. tomentosa</i> , L.	S.	Vetter	Vallée de l'Aubonne
336	" " "	"	Tavel	Gare de Vernayaz
337	" " "	"	Vetter	Schleitheim
338	" " "	G.	Bannitz	Herkulesbad (Hongrie mérid.)
339	<i>C. ustulata</i> , Wahlbg.	S.	Käser	Alpe Finga, Fimbertal
340	" " "	"	Vetter	En Torembet (Val de Bagnes)
341	" " "	"	Leresche	Rawyl
342	" " "	G.	Bannitz	Röros (Haarasaasen)
343	<i>C. Vahlüi</i> , Schkur.	S.	Zahn	Albula, versant de la Crasta Mora
344	" " "	"	Brown	Val Chiamuera
345	" " "	G.	Bannitz	Fittefjeld (Norvège)
346	<i>C. verna</i> , Vill.	S.	Wolf	Iles de Sion
347	" " "	"	Tavel	Bains de Lavey
348	" " "	"	"	Schlossalden, près Berne
349	" " "	G.	Miller	Winscombe, Somerset
350	<i>C. vesicaria</i> , L.	S.	Vetter	Lavigny, près Aubonne
351	" " "	"	Wolf	Sion
352	" " "	"	Vetter	Colombier
353	" " "	G.	Stewart	Kamtschatka
354	<i>C. virens</i> , Lam.	S.	Wolf	Zermatt
355	" " "	"	Appel	Gailingerberg (Schaffhouse)
356	" " "	"	Vetter	Entre Orbe et Valeyres
357	" " "	G.	Bannitz	Herkulesbad (Hongrie mérid.)
358	<i>C. vulpina</i> , L.	S.	Vetter	Lavigny
359	" " "	"	Wolf	Sion
360	" " "	G.	Bannitz	Corfou: Parc de Monrepos.
361	" " v. <i>nemorosa</i> , R.	"	Kneucker	Daxlanden, zone d'inondation du Rhin
362	<i>C. xanthocarpa</i> , Desgl.	S.	Tavel	Belpmoos, près Berne
363	" =	"	Vetter	Marais de Gimel
364	<i>C. flava</i> × <i>Hornschuchii</i>	G.	Fray	Hauteville (Ain)
365	<i>C. Zahnii</i> , Kneucker	S.	Kneucker	Grimsel, au bord du Lac des Morts
366	<i>C. lagopina</i> × <i>Personii</i>	"	"	Grimsel, au bord du Lac des Morts

Dans cette liste, nous avons laissé de côté les indications d'altitudes et de nature du sol. On les trouvera dans les tabelles subséquentes.

Dans la colonne *Herbier* :

S = *Herbier suisse* du Musée du Jardin botanique de l'Université de Zurich.

G = *Herbier général* du dit établissement.

Dans la suite du travail, nous n'avons pas répété les noms d'auteurs après les noms d'espèces. Nous renvoyons à la liste ci-dessus.

BIBLIOGRAPHIE

Nous donnons, dans l'ordre alphabétique, la liste des principaux ouvrages que nous avons consultés.

Ascherson und Græbner. — Flora des nordostdeutschen Flachlandes. Berlin, 1898-1899.

Andree. — Allgemeiner Handatlas, 1899.

Areschoug. — Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blätter. Engler's Jahrbücher, II. Bd., 1882.

Baillon, H. — Notes organogéniques et organographiques sur les Carex. Bull. Soc. linn. Paris, 1893.

de Bary. — Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, 1877.

Benecke. — Die Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Zeit., 1892-1893.

Chatin. — Sur la gradation organique considérée dans les organes de la nutrition et de la reproduction. Bull. Soc. bot. de France. Tome XLV. Paris, 1898.

Christ, H. — La question des petites espèces en botanique. Bull. de la Société Murithienne du Valais, 1898-1899.

Christ, H. — Nouveau catalogue des Carex d'Europe. Comptes-rendus de la Soc. roy. de Belg. XXIV, 2, 40.

Crépin, François. — L'anatomie appliquée à la classification. Bull. Soc. bot. France, XLV, 1898.

Didrichsen. — On Cyperaceernes. Kim. II. Bot. T. 21, 1897.

Dufour. — Carte topographique de la Suisse au 1:100 000.

Durand et Pittier. — Catalogue de la flore vaudoise. Lausanne, 1882.

Duval-Jouve. — Etudes générales sur les Cypéracées. Bull. Soc. bot. de France, XVIII et XX; comptes-rendus 1^{er} avril 1872; ensemble 3 travaux.

Duval-Jouve. — Etude histotaxique des Cyperus de France; Mémoires de l'Acad. des sc. et des let. de Montpellier, T. VIII.

Engler und Prantl. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, 1893.

Falkenberg. — Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Monocotylen. Stuttgart, 1876.

Gabelli. — Considerazioni sulla nervazione fogliare parallela. Malpighia Genova, IX, page 44.

Grob. — Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Stuttgart, 1896.

Guffroy. — L'anatomie végétale au point de vue de la classification. Bull. Soc. bot. France, XLV, 1898.

Guillaud. — Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige des Monocotylédones. Paris, 1878.

Günther von Mannagetta. — Flora von Niederösterreich. Wien, 1890.

Güntz. — Die anatomische Structur der Gramineenblätter in ihren Beziehungen zu Klima und Standort. Leipzig, 1886.

Haberlandt. — Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1895.

Id. — Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems. Prinzh. Jahrb., XIII, 1882.

Hackel. — Über einige Eigentümlichkeiten der Gräser trockener Klimate. Verhandl. der bot.-zool. Gesellschaft. Wien, 1891.

Hooker. — The Students Flora of the British Islands. London, 1870.

Gräbner. — Studien über die norddeutsche Heide. Engler's Bot. Jahrb. XX. 4. 1895.

Jaccard, H. — Catalogue de la flore valaisanne. Zurich, 1895.

Kerner. — Pflanzenleben. Leipzig und Wien, 1896.

Kneucker, Kückenthal, Bailey, Benett, Britten, etc. — Nombre d'articles critiques sur la morphologie des Carex dans diverses revues allemandes, anglaises et américaines.

Kny. — Über einige Abweichungen im Bau der Leitbündel der Monocotylen. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XXIII, 1881.

Marggraff. — Vergleichende Anatomie der Carex-Arten mit ihren Bastarden. Leipzig, 1896.

Meyer. — Einfluss von Witterungs und Bodenverhältnissen auf den anatomischen Bau der Pflanzen. Bot. Centralblatt 79. 1899.

Morthier. — Flore de la Suisse. Neuchâtel, 1883.

Möbius. — Über den anatomischen Bau der Orchideenblätter und dessen Bedeutung für das System dieser Familie Pringsb. Jahrb. XVIII, 1887.

Nilsson. — Nagra anmärkingar beträffande bladstrukturen hos Carex-arterna; Botaniska Notiser för år 1900. Lund.

Nyman. — Conspectus Florae Europaeae, 1881, et Supplementum II, 1889-1890.

Palla. — Die Gattungen der mitteleuropäischen Scirpoideen. Allg. Bot. Zeitsch. 1900. Karlsruhe.

Palla. — Plusieurs travaux sur diverses Cypéracées, parus dans diverses revues allemandes.

Pax. — Beiträge zur Morphologie und Systematik der Cyperaceen. Bot. Jahrb. f. Systematik VII, 1886.

Pax. — Die Cyperaceen in Engler und Prantl.

Pfitzer. — Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Pringsb. Jahrb. VII et VIII.

Pfitzer. — Über die Spaltöffnungen der Gräser. Pringsb. Jahrb. VII, 1870.

Prantl. — Ergebnisse der neuen Untersuchungen über die Spaltöffnungen. Flora, 1872.

Raumkjaer. — Vegetationsorganernes Morphologi og Biologi hos de danske Cyperaceer. Botanisk Tidsskrift. 18. 3 et 4. Copenhagen, 1893.

Rickli. — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen, mit besonderer Berücksichtigung der inneren Parenchymscheide. Jahrb. f. wiss. Botanik, XXVII. 1895.

Schimper. — Pflanzengeographie. Jena 1898.

Schinz und Keller. — Flora der Schweiz. Zurich, 1900.

Schwendener. — Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig, 1874.

Schwendener. — Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzung.-Bericht d. königl. preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin, 1890, XXII.

Schwendener. — Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. S. Ak. Berlin. 1890.

Stahl. — Pflanzen und Schnecken, Jena 1888.

Id. — Über den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jenaische Zeitschrift für nat. Wissensch. XVI, 188.

Stebler und Schröter. — Die Alpenfutterpflanzen.

Stebler. — Die besten Streuepflanzen. Bern, 1898.

Strasburger. — Bau und Einrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891.

Strasburger, Noll, Schenk und Schimper. — Lehrbuch der Botanik. Jena 1902.

Stebler und Schröter. — Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Landw. Jahrb. Bern, 1892.

Van Tieghem. — Traité de botanique, 1891. Paris.

Tschirch. — Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Linnaea, Neue Folge IX.

Tschirch. — Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringsh. Jahrb. XIII, 1882.

Verschaffelt. — Correlatieve variatie by planten. Bot. Jaarb. 8. Jaarg.

Vesque. — Des caractères anatomiques dans la classification. Bull. Soc. bot. France. XXXVI. 1889.

Volken. — Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen. Berlin, 1887.

Volken. — Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane. Jahrb. des königl. bot. Gartens zu Berlin. Band III, 1884.

Warming. — Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin, 1902.

Westermaier. — Über Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebes. Pringsh. Jahrb. XIV, 1884.

Wiesner. — Formänderungen von Pflanzen bei Cultur im absolut feuchten Raume und Dunkeln. Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft, 1891.

Zingeler. — Die Spaltöffnungen der Carices. Pringsh. Jahrb. IX, 1872.

CHAPITRE I^{er}

FORME ET DIMENSIONS

Les feuilles de *Carex* ont une croissance successive, basipète, c'est-à-dire qu'elles possèdent une zone de croissance intercalaire à la base du limbe et qu'ainsi leurs parties se succèdent par rang d'âge, décroissant du sommet à la base. Il s'ensuit que la hauteur à laquelle doivent passer les coupes n'est point indifférente et qu'en opérant trop bas pour des feuilles non encore complètement différenciées on rencontre la zone de croissance ou des tissus d'apparence méristématique. D'un autre côté, à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité où l'organe s'amincit peu à peu, la coupe change de forme et d'aspect, comme nous le verrons plus loin en détail. C'est pour éviter de telles erreurs que nous avons pris les précautions indiquées dans l'introduction.

Les faisceaux libéroligneux étant fermés, il en résulte que très tôt la croissance ne peut plus se faire qu'en longueur, de sorte que dès cet instant la largeur et l'épaisseur du limbe demeurent invariables et peuvent servir de caractères fixes. La longueur au contraire, par son peu de constance, ne saurait guère entrer en ligne de compte que dans la morphologie; elle a d'autant moins de valeur pour l'anatomiste que souvent il n'a à sa disposition que des fragments incomplets. Toutefois, il est naturel que dans certains cas extrêmes on devra y chercher l'explication de dispositions spéciales de l'appareil mécanique.

Le contour extérieur des coupes transversales faites dans les conditions indiquées est loin d'être uniforme pour toutes les espèces. Un court examen de nos préparations nous a permis de distinguer neuf types assez nettement caractérisés. Les voici, en partant des feuilles les plus cauliformes pour aboutir à celles dont le limbe est le plus largement foliacé, chaque type étant désigné par le nom de l'espèce où il est le plus exclusivement représenté.

I. TYPE DIOICA. — Il est déterminé par les feuilles à coupe transversale demi-circulaire, plan-convexe, sans aucune sorte d'angle rentrant. (Planche I., 1.)

II. TYPE DAVALLII. — La face supérieure plane est devenue légèrement concave, sans que la flèche de cette concavité dépasse le quart de l'épaisseur à la nervure médiane. (Pl. I., 2.)

III. TYPE FILIFORMIS. — La concavité s'est accentuée, dépassant le quart de l'épaisseur; la coupe présente alors l'aspect d'un croissant. Ce type est synthétique, car c'est de lui qu'il faut dériver tous les suivants. (Pl. I., 6.)

IV. TYPE INCURVA. — Les deux ailes tendent à devenir rectilignes à la face supérieure, séparées par une charnière les coupant à angle plus ou moins vif. L'épaisseur à la nervure secondaire principale est plus grande que le dixième de la largeur. (Pl. I., 4.)

V. TYPE PANICULATA. — Ces caractères se sont développés, les ailes se sont allongées, de telle sorte que leur épaisseur maximale est inférieure au dixième de la largeur, la face inférieure reste convexe. (Pl. I., 5.)

VI. TYPE HUMILIS. — Si, à partir du type III, les ailes au lieu de rester pointues, plan-convexe, tendent à élargir leur extrémité et à rendre leurs deux faces parallèles, on a une seconde série dont le type VI est le premier terme. L'épaisseur reste ici supérieure au dixième de la largeur. (Pl. I., 4.)

VII. TYPE PANICEA. — Les faces restant parallèles, les ailes se sont allongées, de sorte que leur épaisseur maximale est inférieure au dixième de la largeur. (Pl. I., 7.)

VIII. TYPE RIPARIA. — Si, à partir du type VI, la face supérieure tend à se renfler en un point situé pour chaque aile entre son milieu et son extrémité, on a une troisième série avec le type VIII comme premier terme. Le renflement est soutenu par un faisceau libéroligneux dont l'importance augmente en conséquence. La face inférieure reste rectiligne ou s'incurve légèrement, sans que l'angle formé soit inférieur à 160° . (Pl. I., 8.)

IX. TYPE PENDULA. — La courbure concave inférieure est devenue assez forte pour que l'angle n'atteigne plus 160° . Il se présente alors deux plicatures secondaires bien marquées. (Pl. I., 11.) A ce stade la feuille présente la plus grande différenciation possible d'avec le chaume.

Nous résumons ce système dans le tableau suivant:

Feuilles	{	Pas de face rentrante, coupe semi-circul.	I.	<i>Type Dioica.</i>		
sétiformes		Face infér. rentrante { légèrement concave .	II.	» <i>Darallii.</i>		
		très concave . . .	III.	» <i>Filiiformis.</i>		
Feuilles semi-sétiformes; face supér. à ailes rectilignes			IV.	» <i>Incurva.</i>		
		Face infér. nettement convexe .	V.	» <i>Paniculata.</i>		
Limbe large foliacé	{	Pas de plicatures	{	Faces parallèles { ailes larges .	VI.	» <i>Humilis.</i>
		secondaires		» minces .	VII.	» <i>Panicca.</i>
				Face supér. renflée symétriquem.	VIII.	» <i>Riparia.</i>
		Plicatures secondaires nettes.			IX.	» <i>Pendula.</i>

A l'étude de la forme générale de la coupe transversale se rattache celle de la *saillie inférieure de la plicature médiane*, ainsi que celle de la *forme des bords*. Rien n'est plus variable que l'une et que l'autre de ces deux parties, aussi n'est-il guère possible d'en caractériser les types au moyen d'espèces; nous nous bornerons à les désigner par des numéros.

a. Forme de la saillie médiane.

Cette saillie, plus ou moins marquée, correspond en théorie à la nervure médiane, mais comme nous le verrons plus tard, le faisceau libéroligneux principal ne s'y trouve souvent pas du tout. Nous ne nous occuperons maintenant que de la forme externe.

Premièrement, et comme le montre clairement la planche I, on peut distinguer des feuilles à *saillie médiane définie* et d'autres où elle est *indéfinie*, se confondant avec le contour général, de telle sorte que la feuille étalée présenterait une face inférieure plus ou moins rectiligne.

Là où la saillie est nettement développée, elle peut avoir la forme d'une carène triangulaire, ou présenter

une face externe largement curviligne ou quadrangulaire : nous distinguerons donc des feuilles *carénées* et des feuilles à saillie *non carénée*. Suivant que dans le premier cas la carène est *aiguë*, souvent surmontée d'une épine, ou à angle externe *arrondi*, nous aurons deux types quelque peu différents.

Nous classons l'ensemble d'après le tableau suivant.

Une saillie médiane définie	{ carène triangulaire	{ aiguë	Type I	(pl. II, 1, 2)
		{ arrondie	» II	II, 3, 4
	{ non triangulaire	{ saillie hémisphérique	» III	II, 5, 6
		{ " quadrangulaire	» IV	II, 7, 8
Pas de saillie médiane définie			» V	I, 1, 6

b. Forme des bords.

Nous ne nous occuperons de même ici que du contour externe, réservant au chapitre suivant l'étude des trichomes qui caractérisent souvent ces bords.

Nous prenons comme point de départ un bord de forme *carrée*, large, ne s'infléchissant sur aucune des faces. Ce bord peut, d'habitude à la face supérieure, devenir oblique et finir par se confondre avec la dite face, de manière qu'on n'y voie plus qu'une *pointe* plus ou moins aiguë.

Les types auxquels se rapportent les données de la tabelle suivante sont déterminés par le tableau suivant :

Feuilles tronq. sur les bords, contour carré		Type I	(pl. II, 9)
Feuilles brusquement atténuées sur les bords	{ bec court	II	II, 10)
	{ " plus long	III	II, 11)
Faces rectilignes jusque sur les bords	{ bord aigu	IV	II, 12)
	{ " arrondi	V	II, 13)

c. Symétrie de la feuille.

Nous avons déjà dit que souvent la nervure médiane n'est point du tout axiale, la feuille devient ainsi *asymétrique*. Cette asymétrie, très répandue, peut se manifester soit par la *différence de forme des deux ailes*, soit par leur *différence de longueur*, soit par l'*inégalité du nombre des faisceaux libéroligneux* dans chacune d'elles. Ce dernier point, le plus remarquable, sera traité dans le chapitre IV.

Rares sont les feuilles où les deux ailes sont absolument symétriques, mais le plus souvent leur inégalité est si peu considérable qu'elle ne frappe pas, même à un examen attentif. Cette asymétrie doit avoir sa raison d'être. Voyons quelques cas typiques qui nous donneront peut-être l'explication cherchée.

1. *Carex acutiformis*, n° 7, a une aile droite longue de 1^{mm},15 du type VII, et une aile gauche de 1^{mm},45 du type V. L'aile droite est un peu bombée à la face supérieure, de telle sorte que la feuille étant fermée, elle s'appliquerait exactement contre la concavité de la face supérieure de l'aile gauche.

2. *C. capillaris*, n° 47, a deux ailes du type VII, mais l'une de 1^{mm},1 et l'autre de 1^{mm},4, soit aussi de 27 % plus longue.

3. *C. chordorrhiza*, n° 54, a deux ailes du type IV, mais la droite, longue de 0^{mm},8, est un peu bombée à sa face supérieure, de telle sorte qu'elle s'applique exactement contre l'aile gauche, longue de 0^{mm},9 et légèrement concave à la face supérieure.

4. *C. curvata*, n° 64, présente le même phénomène, avec une aile droite de 0^{mm},43 et une gauche de 0^{mm},56, plus longue de 30 %.

5. *C. digitata*, n° 74, a deux ailes inégales du type VIII. Leur différence de longueur est de telle sorte que, la feuille fermée, le renflement de l'aile gauche, plus courte, correspond exactement à la partie étroite de l'aile droite.

6. *C. dioica*, n° 78, avec deux ailes du type IV, répète ce que nous avons dit de 3; seulement ici l'aile droite est plus longue.

7. *C. distans*, n° 82, a une aile droite plus longue du type VIII, la gauche, plus courte, est du type VII.

8. *C. echinata*, n° 93, répète exactement ce que nous avons dit de 3.

9. *C. Goodenoughii*, n° 153, ainsi que la plupart des autres exemplaires de l'espèce, présente des ailes du type VIII, de longueur sensiblement égale, mais le renflement à la face supérieure n'est pas symétrique sur les deux ailes: la feuille fermée, ils s'engrènent.

10. *C. hirta*, n° 165, répète ce que nous avons dit de 6.

11. *C. humilis*, nos 173, 174, 175, du type IV, répète tout ce que nous avons dit de 3.

12. *C. incurva*, n° 180, du type IV, a l'aile droite de 1^{mm},1, la gauche de 0^{mm},9, pour le reste comme 3.

13. *C. lagopina*, n° 190, du type VII, a l'aile droite de 1^{mm},1, la gauche de 0^{mm},9, un peu bombée en dedans.

14. *C. montana*, n° 206, a l'aile droite recourbée en dehors, un peu convexe à la face supérieure; l'aile gauche, un peu plus longue, est absolument rectiligne.

15. *C. polyrrhiza*, n° 267, a deux ailes du type VIII, la droite longue de 1^{mm},3, la gauche de 0^{mm},9, soit plus courte de 45 ⁰/₁₀. Pour le reste, comme pour 9.

Nous pourrions encore citer bien d'autres exemples: nous nous contenterons de ceux-ci, en ajoutant que pour les feuilles à limbe très large, surtout des types VIII et IX, la symétrie peut toujours être considérée comme complète.

Pour être complet, il nous reste à dire ce qu'on observe sur des coupes d'une même feuille, faites à des hauteurs différentes.

16. *C. distans*, n° 85. Type VII-VIII a la coupe normale, ailes sensiblement égales. A mesure qu'on s'élève on voit que l'épaisseur se maintient, tandis que la largeur diminue et l'on a des coupes des types VI ou IX suivant que l'on considère plutôt les dimensions ou la forme pure, puis jusqu'à II par soudure des deux ailes à la face supérieure jusqu'aux nervures latérales principales. La symétrie externe se maintient bien, mais l'asymétrie interne augmente à mesure qu'on s'élève.

17. *C. elongata*, n° 89. Type VIII absolument symétrique. A mesure qu'on s'élève apparaît une asymétrie externe et interne. La première se manifeste par ce que nous avons dit au troisième exemple. Pour les types successifs comme pour 16. Le dernier stade est un triangle à angles vifs.

18. *C. filiformis*, n° 414. Type III, passant avec la hauteur à II, puis à I avec asymétrie externe et interne frappante. (Pl. I, 9, 10.)

Des observations semblables sur *C. flacca*, *C. flava*, *C. leporina* (Pl. I, 42 à 46) etc. ont donné des résultats identiques. Nous les résumerons dans les conclusions suivantes:

α. *A mesure qu'on se rapproche de l'extrémité d'une feuille, les coupes qu'on en obtient sont de plus en plus asymétriques et se rapprochent de plus en plus des types sétiformes.*

β. *L'asymétrie foliaire est beaucoup plus développée chez les types sétiformes que chez les types largement foliacés.*

Si, en outre, nous remarquons que la plupart des exemplaires asymétriques cités avaient leurs feuilles repliées et les ont même conservées telles quelles à travers toutes les manipulations colorantes, on ne saurait mettre en doute la corrélation existant entre l'asymétrie et le pouvoir de fermeture. Une des deux ailes reste plus ou moins fixe et attire l'autre à elle. Quant au mécanisme, nous en parlerons dans le chapitre IV.

Ces changements de forme se succédant souvent à des hauteurs peu différentes doivent nous montrer aussi que dans l'appréciation de ce caractère il ne faut point être trop tranchant et que si des exemplaires divers d'une même espèce ne diffèrent que de 1 degré dans l'échelle des types que nous avons fixée, on ne saurait sans autre traiter cette espèce de variable dans sa forme.

Si même une espèce avec trois exemplaires se répartit sur trois degrés ne différant que par les

dimensions, on pourra encore considérer l'espèce comme fixe, si les divergences ne sont point trop fortes.

Suit maintenant le résumé tabellaire de nos observations relatives à ce chapitre. Nous en discuterons certains points.

Les trois dimensions des feuilles s'entendent comme suit :

Longueur = distance en millimètres de la ligule à l'extrémité du limbe.

Largeur = distance en millimètres d'une extrémité de la coupe à l'autre, mesurée à la face supérieure, les ailes supposées étalées.

Épaisseur = distance en millimètres, d'une face à l'autre, mesurée à l'endroit de la plus forte nervure secondaire.

Dans la colonne 10, *Fixité du caractère*, les lettres F = Fixe, N = Variable. Ces deux lettres s'emploieront dans le même sens à travers les deux tabelles.

CHAPITRE II

ÉPIDERME ET DÉPENDANCES

L'épiderme des feuilles examinées s'est toujours montré simple sur les deux faces. Comme nous l'avons déjà dit, les cellules qui le composent n'ont pas les mêmes dimensions sur les deux faces; dans la règle elles sont plus grandes à la face supérieure. Pour les détails nous renvoyons à la table ad hoc. Un autre fait, déjà relaté par tous ceux qui ont étudié les Cypéracées, c'est que les cellules épidermiques avoisinant les gros cordons scléreux ont une taille réduite. L'épaisseur de la membrane extérieure des cellules épidermiques est très variable: celle de la cuticule en est d'habitude le quart.

Ce qui nous importe évidemment le plus c'est l'étude des différenciations plus ou moins marquées des cellules épidermiques: dans ce but nous étudierons séparément :

1. Les *trichomes*.
2. Les *stomates*.
3. Les *cellules du sillon médian*.

1. Les trichomes.

Il est assez rare que l'épiderme reste complètement lisse: le plus souvent les cellules en deviennent plus ou moins bulliformes, s'allongent en papilles, se développent en poils. D'habitude ces différenciations sont

généralisées à la plupart des cellules, elles ne se localisent guère que lorsqu'elles dépassent certaines dimensions. Une catégorie spéciale à considérer est celle des trichomes plus ou moins aigus qui garnissent les bords de la feuille. Nous verrons successivement :

- a. *Les différenciations générales.*
- b. » *locales.*
- c. » *marginales.*

a. Différenciations générales.

Pour l'étude de celles-ci nous distinguons cinq types d'épiderme, applicables aux deux faces.

TYPE I. — L'épiderme est complètement lisse, le profil de la coupe est presque rectiligne. (Pl. II, 21 et 22.)

TYPE II. — Les cellules sont devenues plus ou moins bulliformes, le profil est ondulé, mais régulier. (Pl. II, 23 et 24.)

TYPE III. — Une partie des cellules se sont différenciées en expansions coniques ou papilleuses. Le profil est crénelé, irrégulier. La vue de plan montre ces papilles sous forme de cercles. Le lieu n'en est pas fixe pour chaque cellule. (Pl. II, 25 et 26.)

TYPE IV. — Toutes les cellules ont une semblable évagination ; le profil est crénelé, régulier. Les papilles ont alors un lieu déterminé, elles demeurent verticales et se présentent encore uniquement sous forme de cercles sur la projection plane. (Pl. III, 1 et 4.)

TYPE V. — Les papilles sont devenues plus longues et se sont plus ou moins recourbées, de sorte que le

profil n'est plus régulier. Le lieu de ces expansions n'est plus déterminé et la vue de plan montre soit des cercles, soit des languettes plus ou moins allongées. (Pl. III, 2 et 5.) Comme le montrent les dessins, les trichomes de ce type sont réduits au-dessus des cordons scléreux. Nous reviendrons plus loin sur leur signification.

b. Différenciations locales.

Elles sont peu nombreuses et seules quelques espèces en possèdent. Lorsque c'est le cas, nous l'avons indiqué dans la seconde table sous n° 56. Ces trichomes spéciaux se présentent sous l'aspect de grosses papilles bulliformes (Pl. III, 7 et 9) ou aiguës (Pl. III, 3 et 6) ou sous celui de soies ou de poils de dimensions variées. (Pl. III, 8 et 10; Pl. II, 14, 19 et 20.)

c. Différenciations marginales.

L'acuité des bords des feuilles de Cypéracées n'est pas connue d'hier, les causes de cette acuité non plus. Les feuilles sétiformes sont généralement assez lisses, puisque le bord en est arrondi. Les trichomes marginaux, silicifiés ou non, se répètent souvent sur la saillie médiane et peuvent présenter des formes variables. Sur la coupe ils ont l'aspect de différenciations locales. On sait que ce sont des organes défensifs contre le monde animal. Au point de vue anatomique, nous remarquerons que seuls des trichomes, ils sont parfois pluricellulaires. (Pl. II, 16.) Pour la forme et la grandeur, voir Pl. I, 17; Pl. II, 2, 3, 4, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

2. Les stomates.

Les stomates des Cypéracées ont déjà fait l'objet de mainte étude, nous ne relèverons que celles de *Zingeler*, *Volken* et *Schwendener*. Nous n'avons pas l'intention d'en détailler toutes les parties, cette nomenclature se rencontrant dans tous les livres d'études, voir surtout *Haberlandt* et *Van Tieghem*.

Ce qui nous intéresse avant tout, ce sont les relations de ces appareils avec l'épiderme environnant et le mésophylle sous-jacent.

Ce dernier point est souvent délicat à trancher, le mésophylle étant généralement réduit à une masse indistincte. C'est donc en nous basant sur les rapports réciproques des stomates avec l'épiderme et ses trichomes que nous distinguerons huit types en commençant par celui où la présence des stomates a le plus influé sur la différenciation des cellules avoisinantes.

TYPE I. --- Tout l'appareil stomatifère est plongé en-dessous du niveau normal de l'épiderme. Les cellules voisines développent de longues papilles dont le but protecteur est nettement démontré tant par la coupe que par la vue de plan. Ces papilles arrivent à cacher complètement le stomate. (Pl. III, 11 et 12.) La signification de ces trichomes est d'autant plus nette que là où les stomates manquent, les trichomes manquent aussi ou sont réduits, par exemple au-dessous des faisceaux scléreux et sur la face qui, éventuellement est astomatogène.

TYPE II. — Il diffère du précédent surtout parce que l'appareil est à fleur de l'épiderme ou peu s'en faut. Dans ce cas, les papilles plus irrégulières ne le recouvrent plus qu'incomplètement. (Pl. III, 13 et 14.)

TYPE III. — L'appareil est profondément enfoncé et n'est plus protégé que par des expansions des cellules directement avoisinantes, de telle sorte que ce type de stomate peut fort bien se rencontrer de pair avec un épiderme des types I ou II. La protection est complète ou partielle. (Pl. III, 15 et 16.)

TYPE IV. — Le stomate est encore enfoncé, mais est presque complètement dépourvu de protection directe contre la transpiration. Par contre, l'épiderme des types III ou IV empêche, par ses papilles étagées, l'eau de pénétrer dans la gouttière où sont logés les stomates. (Pl. III, 17 et 18.)

TYPE V. — Ne diffère du précédent que parce que l'appareil est à fleur de l'épiderme. (Pl. III, 19 et 20.)

TYPE VI. — L'épiderme est lisse, mais l'appareil est quelque peu enfoncé. (Pl. III, fig. 23.)

TYPE VII. — Identique à VI, mais il se trouve au niveau de l'épiderme. (Pl. III, 21 et 22.)

TYPE VIII. — Identique à VI et VII, mais seul de tous il s'élève quelque peu au-dessus du niveau normal de l'épiderme. (Pl. III, 24.)

Ces trois derniers types montrent une complète similitude sur la vue de plan.

Le nombre et les dimensions des stomates sont aussi très variables, comme l'indique notre table à laquelle nous renvoyons.

Il est aussi intéressant de voir comment les stomates sont en relation avec l'intérieur.

Le plus souvent, ils sont séparés des lacunes aérifères par une couche de parenchyme vert sans méats. (Pl. III, 12, 14, 16, 18, 20, 22.) Rarement la chambre sous-stomatique s'ouvre directement par un méat canaliculaire dans les lacunes centrales. (Pl. IV, 1 et 2.) Dans ce cas on aperçoit parfois ce canal sur la vue de plan, sous forme de tache claire. Ce cas, que je n'ai observé qu'à la face supérieure de *C. filiformis*, est d'autant plus intéressant que, sans doute, les cellules vertes limitant le canal, agissent comme une nouvelle paire de stomates. *C. microglochin* présente une particularité propre. Les chambres stomatiques sont profondes, de vrais puits. Comme les séries de stomates sont très voisines, ces chambres communiquent entre elles par des canaux transverses. En outre, là où les stomates de la même série sont rapprochés, les chambres sous-stomatiques s'unissent en longs canaux et l'on a ainsi un vaste réseau aérifère sous la face inférieure et sur les côtés. De plus, chez *C. microglochin*, les chambres ne sont point limitées par du parenchyme vert, mais par un tissu incolore à cellules énormes (Pl. IV, 3.) espèce d'hypoderme, séparé lui-même des lacunes centrales par une ou deux rangées de cellules chlorophylliennes.

Chez *C. Darallii*, proche parent de *C. microglochin*, on observe une autre particularité. Les chambres sous-stomatiques sont profondes et étroites, limitées directement par un parenchyme vert très dense. Mais ce mésophylle présente des méats circulaires qui ne sont autre chose que des canaux aérifères, tels que ceux que *Tschirch* a décrits chez *Hakea suarcorens* sous

le nom de « Gürtelkanäle ». Il est assez remarquable que chez *C. Duvallii* ces canaux soient le plus nombreux près des faisceaux libéroligneux. (Pl. IV, 4.)

3. Les cellules du sillon médian.

Plusieurs auteurs, entre autres *Duvall-Joune*, *Tschirch* et *Volkens* ont déjà fait de nombreuses remarques sur ces cellules et sur leur fonction.

Les cellules de l'épiderme supérieur, qui se trouvent au fond de la gouttière médiane, ont en effet une taille frappante. Elles s'élèvent beaucoup, mais leurs membranes restent relativement minces et ne se cutinisent que peu ou point. L'utilité de ces cellules n'est point frappante : admettons qu'elles servent de réservoir avec le reste de l'épiderme.

Leur anatomie n'est point partout la même : nous en avons distingué cinq types :

TYPE I. — Les cellules « charnière » (d'après *Tschirch*) se confondent avec les autres cellules de l'épiderme supérieur. (Pl. I, 1, 2, 6, 9, 10, 16.)

TYPE II. — Les dites cellules se distinguent par une taille inusitée, mais ne font pas saillie à la face supérieure. (Pl. II, 2 et 8.)

TYPE III. — Les cellules plus grandes font saillie à la face supérieure (Pl. I, 4, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15; Pl. II, 1, 3, 4, 6.) C'est le cas de beaucoup le plus fréquent.

TYPE IV. — Du côté interne apparaît une seconde rangée de cellules incolores, plates, beaucoup plus petites que les autres. (Pl. II, 5.)

TYPE V. — Il existe plusieurs rangs de cellules incolores, égales ou inégales. (Pl. II, 7.)

Le type I se rencontre surtout chez les feuilles sétiformes, les types IV et V chez les limbes largement foliacés; les autres chez les formes intermédiaires.

4. Remarques générales.

L'épiderme n'est pas identique à lui-même sur toute l'étendue du limbe, il change avec la forme de la coupe à mesure qu'on se rapproche des extrémités, et ses dépendances se modifient avec lui.

Considérons d'abord les cellules du sillon médian où s'opèrent les transformations les plus frappantes et prenons comme exemple *C. flacca*, 125.

La coupe normale, avec 10 faisceaux à chaque aile, a des cellules médianes du type II, presque I. Une coupe, prise plus haut, et ne montrant plus que 8 faisceaux par aile, a des cellules « charnière » du type II encore, mais très hautes; plus haut encore, au stade de 4 faisceaux par aile, nous avons le type III bien marqué, avec de hautes cellules étroites; enfin, dès le stade à 3 faisceaux par aile, nous passons au type I, qui se maintient jusque vers la pointe, où il y a confusion avec le parenchyme.

Toutes les observations semblables ont démontré qu'à partir du milieu du limbe, en allant vers l'extrémité, les cellules de la gouttière tendent d'abord à devenir plus hautes, plus étroites, pour revenir ensuite à la forme de simples cellules épidermiques.

Quant aux transformations de l'épiderme lui-même, ainsi qu'à celles éprouvées par les stomates, nous les avons notées surtout sur *C. rostrata*, 301.

La coupe normale montre un épiderme inférieur lisse du type II et complètement dépourvu de sto-

mates, sauf vers la saillie médiane. Ces quelques exceptions sont du type III. Or, si l'on examine des coupes prises plus haut, on voit que l'épiderme se hérisse, passe aux types IV et V. En même temps, les stomates protégés par les papilles épidermiques passent au type I et augmentent considérablement en nombre, car on en voit sur toute la largeur du limbe.

D'autres observations nous ont prouvé que suivant l'endroit examiné, le nombre des stomates varie du simple au quintuple; c'est là un fait dont nous avons tenu compte dans nos appréciations. Quoi qu'il en soit, de tels chiffres ne sont jamais qu'approximatifs et ne sont guère justes qu'à 10 ou 15 près. Indiquer des nombres absolument positifs, comme l'a fait *Zingeler*, nous paraît démontrer une bien grande superficialité de jugement.

En résumé, dans l'appréciation de la fixité de ces caractères épidermiques on ne saurait être trop conciliant, afin de ne pas être trompé par les apparences.

Comme suite, nous renvoyons à la table I, seconde partie.

Aux nos 13 et 16 sont indiquées les largeurs moyennes des cellules des épidermes respectifs; aux nos 14 et 17 est donnée l'épaisseur de la membrane externe des dites cellules; aux nos 21 et 24 la longueur moyenne des stomates des faces respectives, toutes ces mesures sont données en μ .

Les nos 20, 23 et 26 donnent les nombres de stomates par millimètre carré des feuilles observées.

Le no 29 indique le nombre de cellules « charnière » visibles sur une coupe optique transversale. Pour le type V, le nombre de rangs de cellules est aussi indiqué.

Les lettres F et N ont la signification déjà indiquée plus haut.

TES			SILLON MÉDIAN			BORDS		
Terme supérieur	Type	Total de 20 + 23	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique
25	26	27	28	29	30	31	32	
V	270	N	IV	2 rangées	N	V	Longues épines irrégul.	
V	300		III	19 cellules		V	Gros crochets espacés	
V	320		IV	20 p. rang.		II	" "	
V	—	—	III	—	—	IV	Pointes appliquées	
VI	300	F	IV	12	N	IV	" "	
IV	220		I	16		IV	Dents très espacées	
V	170		V	2 rangs		IV	Crochets irréguliers	
V	120	—	V	3 "	—	IV	Pointes très espacées	
V	—	—	V	3 "	—	—	—	
VII	140	F	III	6 cellul.	F	III	Rares dents obtuses	
VII	120		II	6		III	Grosses dents rares	
VII	150		III	6		III	Grosses dents espacées	
VII	70	—	III	—	—	IV	Dents appliquées	
V	80	F	III	18	F	IV	Nombreuses dents	
V	130		III	14		IV	Régulièrement crénelé	
VI	150		III	14		IV	Grosses dents obtuses	
V	80	—	III	—	—	V	Dents appliquées	
V	140	N	III	12	N	V	Régulièrement crénelé	
V	80		IV	12		V	" "	
I	150		III	10		V	" "	
VII	35	—	IV	12	—	V	" "	
VII	110	F	I	18	F	V	Grosses dents obtuses	
VI	70		III	12		II	Crénelé, rares pointes	
I	90		III	10		V	Crénelé grossièrement	
I	90	—	III	8	—	V	Crénelé, rares pointes	
I	90	N	III	8	F	IV	Dents irrégul. appliquées	
VII	150		II	7		II	Crochets écartés, épais	
VII	100		III	8		II	Pointes nombr., petites	
VII	100	—	III	7	—	IV	Pointes nombr., irrégul.	
V	110	N	III	8	F	V	Gros crochets	
V	120		III	8		V	Dents obtuses	
V	115		III	12		I	Crénelé	
II	130	—	III	7	—	III	Gros crochets	
—	—	F	III	12	F	I	Crénelé	
I	100		III	12		V	Crochets obtus	
I	130		III	10		V	Grosses pointes	
I	125	—	III	10	—	V	Crénelé régulièrement	
—	300	—	III	10	—	IV	Crochets isolés	
						IV	Gros crochets	

TABELLE RELATIVE AUX CHAPITRES I ET II

I

N ^o	NOMS	ORIGINE	FEUILLE							Type de saillie médiane	ÉPIDERME								STOMATES						SILLON MÉDIAN			BORDS				
			Altitudes en m.	Nature du sol	Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe		Fixité du caractère	Supérieur			Inférieur			Rapport de 18 à 16	Fixité du rapport 18	Epiderme supérieur			Epiderme inférieur			Total de 20 + 33	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique
												Type	Longueur	Memb. extér.	Type	Longueur	Memb. extér.			Nombre	Longueur	Type	Nombre	Longueur	Type							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	<i>Carex acuta</i>	425	Alluvions alpines marécageuses	160	5,5	0,26	21:1	VII		III	II	14	4,5	V	13	3,5	1,1:1		50	30	V	220	30	V	270		IV	2 rangées	V	Longues épines irrégul.		
2	"	530	Marais	220	3,3	0,23	14:1	VIII		II	II	25	3	IV	13	2,5	1,9:1		0	—	—	300	25	V	300		III	9 cellules	V	Gros crochets espacés		
3	"	570	"	350	7,5	0,21	36:1	IX	N	V	I	16	4,5	IV	17	2,5	0,9:1	N	40	35	V	280	23	V	320	N	IV	20 p. rang.	N	"		
4	"	108	"	80	2,7	0,29	9:1	VIII		I	II	14	3,5	III	11	3,0	1,3:1		0	—	—	—	33	V	—		III	—	—	IV	Pointes appliquées	
5	<i>C. acutiformis</i>	435	Rive lacustre sablonneuse	200	11	0,43	26:1	IX		I	II	24	7	IV	20	4,5	1,2:1		0	—	—	300	27	VI	300		IV	12	IV	"		
6	"	450	Marais	200	8,7	0,27	32:1	IX		IV	II	20	6,5	V	14	5,5	1,4:1		0	—	—	220	27	IV	220		IV	16	IV	Dents très espacées		
7	"	500	"	200	2,6	0,17	15:1	V	F	V	I	20	2,5	IV	17	2,8	1,2:1		0	—	—	170	27	V	170	F	V	2 rangs	N	IV	Crochets irréguliers	
8	"	108	Prairies marécageuses	110	7,4	0,3	25:1	IX		II	I	24	3,5	IV	17	3	1,4:1		0	—	—	120	30	V	120		V	3	IV	Pointes très espacées		
9	"	457	Lieux tourbeux des bois	80	3,0	0,29	10:1	VI		II	I	24	2,5	IV	18	2	1,3:1		0	—	—	—	—	V	—		V	3	—	—	—	
10	<i>C. alba</i>	1600	Forêt sèche	80	0,61	0,14	5:1	VI		II	I	24	3,5	I	14	3,5	1,7:1		0	—	—	140	32	VII	140		III	6 cellul.	III	Rares dents obtuses		
11	"	450	Buissons	120	0,6	0,23	2,5:1	IV	F	I	I	20	4,5	I	17	3,5	1,2:1		0	—	—	120	30	VII	120		F	II	6	III	Grosses dents rares	
12	"	800	Taillis	120	0,71	0,21	3,5:1	IV		III	I	20	—	I	16	—	1,2:1		0	—	—	150	30	VII	150		III	6	III	Grosses dents espacées		
13	"	950	Bois	90	0,65	0,11	4:1	VI		I	I	—	2,3	I	11	2	—		0	—	—	70	32	VII	70		III	—	—	IV	Dents appliquées	
14	<i>C. aterrima</i>	2600	Pâturages herbeux sur terrain	300	6,0	0,21	29:1	IX		I	II	29	4,7	IV	20	3,5	1,5:1		0	—	—	80	41	V	80		III	18	IV	Nombreuses dents		
15	"	2150	granitique	100	5,0	0,24	21:1	IX		I	II	29	5	IV	20	3,5	1,5:1		0	—	—	130	35	V	130		III	14	IV	Régulièrement crénelé		
16	"	1900	Sur terrain primitif	100	6,0	0,26	23:1	VIII	F	III	II	33	3,5	IV	20	2,5	1,7:1		0	—	—	150	37	VI	150		F	III	14	IV	Grosses dents obtuses	
17	"	1800	Prés	110	5,1	0,21	24:1	IX		I	I	29	4,5	IV	18	3	1,6:1		0	—	—	80	35	V	80		III	—	—	V	Dents appliquées	
18	<i>C. atrata</i>	2000	Pâturages herbeux	130	5,3	0,21	25:1	IX		II	I	25	6,5	IV	20	4,8	1,3:1		0	—	—	140	35	V	140		III	12	V	Régulièrement crénelé		
19	"	1900	Sol humide	80	3,5	0,26	14:1	VIII		II	II	24	7,5	IV	15	4,5	1,6:1		0	—	—	80	30	V	80		IV	12	V	"		
20	"	850	62° latitude nord	100	5,1	0,29	18:1	VIII	F	I	III	25	4,5	V	18	3	1,4:1	N	0	—	—	150	35	I	150	N	III	10	N	V	"	
21	" v. varia	500	Terreau de jardin	500	6,5	0,27	24:1	IX		IV	I	33	4,5	II	22	4,5	1,5:1		0	—	—	35	39	VII	35		IV	12	V	"		
22	" v. aterrima	1800	Pâturages herbeux	180	8,0	0,26	31:1	IX		II	II	20	—	IV	17	—	1,2:1		0	—	—	110	26	VII	110		I	18	—	V	Grosses dents obtuses	
23	<i>C. bicolor</i>	2300	Mares limoneuses	35	1,6	0,17	9:1	VIII		IV	I	17	3,7	III	20	4,5	0,9:1		0	—	—	70	27	VI	70		III	12	—	II	Crénelé, rares pointes	
24	"	1750	Alluvions humides	45	2,0	0,23	9:1	VI		IV	I	33	4,8	V	22	3,5	1,5:1	N	0	—	—	90	35	I	90		III	10	F	V	Crénelé grossièrement	
25	"	2000	Lieux fangeux	50	1,9	0,26	7:1	VI	F	IV	I	29	4,5	V	18	3,5	1,6:1		0	—	—	90	35	I	90		III	8	V	Crénelé, rares pointes		
26	"	2200	Pelouses humides	60	1,4	0,19	7:1	VIII		IV	II	25	3,5	V	18	3	1,4:1		0	—	—	90	40	I	90		III	8	—	IV	Dents irrégul. appliquées	
27	<i>C. brizoides</i>	450	Prés secs	350	2,9	0,16	18:1	VII		I	III	24	4,5	II	21	4	1,1:1		0	—	—	150	65	VII	150		II	7	—	II	Crochets écartés, épais	
28	"	450	Forêts claires	250	2,0	0,14	14:1	VII		II	III	25	4,6	III	20	4	1,3:1		0	—	—	100	32	VII	100		III	8	F	II	Pointes nombr., petites	
29	"	2000	"	250	3,7	0,2	19:1	VIII		I	III	23	4	II	18	3,5	1,3:1		20	35	VII	80	35	VII	100		III	7	—	IV	Pointes nombr., irrégul.	
30	"	117	Eboulis de sable diluvial	40	2,0	0,1	20:1	V		IV	I	24	3,5	II	16	3	1,5:1		0	—	—	100	35	VII	100		III	8	—	V	Gros crochets	
31	<i>C. brunescens</i>	2110	Lieux pierreux humides des	100	4,0	0,19	21:1	VII		IV	IV	23	4,5	IV	20	3,5	1,2:1		30	30	V	80	30	V	110		III	8	—	V	Dents obtuses	
32	"	2400	terrains granitiques	150	2,6	0,17	16:1	VII		IV	III	24	6,2	IV	18	4,8	1,3:1		0	—	—	120	38	V	120		III	8	—	I	Crénelé	
33	"	2000	"	120	2,1	0,14	15:1	VII	F	II	III	17	4,5	IV	16	3,7	1,1:1	N	0	—	—	115	27	V	115		III	12	F	III	Gros crochets	
34	"	—	"	100	2,1	0,19	11:1	VIII		III	II	16	4,3	V	18	3	0,9:1		0	—	—	130	27	II	130		III	7	—	I	Crénelé	
35	<i>C. Buxbaumii</i>	450	Prairies marécageuses	300	4,0	0,19	21:1	VIII		III	I	22	4,8	V	16	3	1,4:1		0	—	—	—	—	—	—		III	12	—	V	Crochets obtus	
36	"	525	Marais	200	2,6	0,23	11:1	IX		I	III	24	4,1	V	17	3,7	1,4:1		0	—	—	100	41	I	100		III	12	F	V	Grosses pointes	
37	"	440	"	200	4,0	0,3	13:1	VIII	N	IV	II	33	5,7	V	24	5,5	1,4:1		0	—	—	130	45	I	130		III	10	—	V	Crénelé régulièrement	
38	"	800	Endroits moussus, hautes latit.	90	3,3	0,21	16:1	VII		IV	I	24	4	III	15	2,3	1,6:1		0	—	—	125	23	I	125		III	10	—	IV	Crochets isolés	
39	<i>C. caespitosa</i>	1350	Marais	120	1,9	0,14	14:1	VII		III	III	14	3	I	15	3,8	0,9:1		300	25	V	0	—	—	300		III	10	—	IV	Gros crochets	

N°	NOMS	Altitudes en m.	ORIGINE	FEUILLE					EPIDERMIS										STOMATES					SILON MÉDIAN			BORDS					
				Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe	Fixité du caractère	Type de sauto médiane	Supérieur		Inférieur		Rapport de 13 à 16	Fixité du rapport 13	Epiderme supérieur		Epiderme inférieur		Total de 20 + 23	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la rouie	Aspect en profil et armature épidermique					
											Type	Longueur	Memb. extér.	Type			Longueur	Memb. extér.	Nombre	Longueur								Nombre	Longueur	Type		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
40	<i>C. caespitosa</i>	2350	Marais	250	2,6	0,21	12:1	VIII				IV	14	3,5	II	16	3,5	0,9:1	X	250	26	V	0	—	250	III	8	V	Gros crochets espacés			
41	"	760	"	180	1,5	0,14	11:1	VIII	F	I	II	17	4,5	V	13	2,7	1,3:1			120	27	I	120	X	II	14	F	I	Tres longues épines			
42	"	675	Prairie tourbeuse	60	2,4	0,2	12:1	IX		II	II	22	3,2	IV	18	1,5	1,2:1			0	—	150	30	V	150	III	14	I	I	Gros crochets espacés		
43	<i>C. canescens</i>	2110	Pâturages marécageux, tourb.	200	2,7	0,16	17:1	VII		III	III	22	4,5	IV	20	4,5	1,1:1			0	—	70	32	VI	70	III	6	I	V	Fines pointes appliquées		
44	"	1600	Marais	200	2,6	0,17	15:1	VII		I	IV	18	3,7	IV	21	4,5	0,9:1	F	40	30	IV	100	35	IV	150	III	8	X	II	"		
45	"	450	"	300	3,1	0,14	22:1	VII	F	II	III	22	3,5	III	20	3	1,1:1			30	36	VI	100	34	VI	130	I				"	
46	"	125	Alluvions de grès rouge	80	2,6	0,14	19:1	VII	III	IV	25	4,5	IV	18	4,5	1,4:1			45	30	IV	80	25	IV	125	III	8	X	V	Grosses pointes		
47	<i>C. capillaris</i>	1700	Rochers gazonnés, humides	60	2,5	0,14	18:1	VII		V	I	29	3,5	I	24	4,5	1,2:1			0	—	110	38	VI	110	III	8	X	V	Grênelé		
48	"	300	Bord d'un torrent	60	2,4	0,14	17:1	VII	F	V	I	23	3,5	I	18	3	1,4:1	F		0	—	110	35	VIII	110	I	6	I	V	Rares pointes		
49	"	2500	Pelouses rocailleuses, tourb.	30	1,9	0,1	19:1	VII	III	II	II	20	6	I	16	3,5	1,3:1			0	—	90	39	VII	90	III	10	I	II	Nombreuses épines		
50	"	300	"	50	1,7	0,14	12:1	VII	III	II	II	22	4,2	I	20	3,5	1,1:1			0	—	90	35	VIII	90	III	6	I	II	Rares pointes		
51	<i>C. chondorrhiza</i>	1500	Endroits humides, tourbeux	70	2,1	0,24	9:1	IV		V	III	29	5,7	I	14	7	2,1:1			0	—	140	35	VIII	140	III	8	X	V	Pointes aiguës		
52	"	1100	Tourbière	150	2,3	0,27	8:1	IV	F	II	V	30	4,5	I	15	4,5	2,0:1			0	—	200	30	VII	200	III	8	X	V	Finement denté		
53	"	900	Marais tourbeux	150	2,7	0,21	13:1	V	III	I	I	24	4,3	I	15	3,5	1,6:1	N		0	—	160	36	VII	160	F	III	8	X	V	Grênelé	
54	"	30	Profonde tourbière	40	1,7	0,3	6:1	IV		I	I	24	2,3	I	18	4,5	1,3:1			0	—	200	27	VII	200	I	6	—	III	"		
55	<i>C. clavaeformis</i>	2400	"	180	6,5	0,3	22:1	VII		IV	I	24	6	II	20	4,5	1,2:1			0	—	110	35	III	110	IV	16	X	V	"		
56	"	1600	Chemin abandonné, humide	130	5,0	0,21	24:1	VII	N	IV	I	27	4,5	III	19	4,5	1,4:1	N		0	—	130	35	III	130	F	IV	12	X	V	"	
57	"	1930	Eboulis humide de marbre	150	3,0	0,3	10:1	IX		I	I	17	4,5	III	13	4	1,3:1			0	—	200	32	III	200	III	1	—	V	"		
58	<i>C. contigua</i>	585	"	250	3,0	0,17	18:1	VII		IV	II	25	4	I	20	4,5	1,3:1			0	—	80	35	VII	80	III	8	X	V	"		
59	"	1200	"	300	3,0	0,13	23:1	VII		III	II	27	4,5	I	20	3,9	1,4:1	N		0	—	60	44	VII	60	III	4	—	F	"		
60	"	400	Prairie à fond sableux	150	3,3	0,19	17:1	VII	F	IV	II	24	3,5	I	20	2,4	1,2:1			0	—	90	33	VI	90	F	II	8	X	V	Pointes appliquées	
61	"	1200	Bord des prairies	120	2,6	0,14	19:1	VII		III	I	20	4,5	I	18	4,5	1,1:1			0	—	90	32	VII	90	II	8	X	V	"		
62	<i>C. curvula</i>	2276	Serpentine	100	1,7	0,26	7:1	IV		V	I	33	7	I	20	8	1,7:1			0	—	120	50	VII	120	I	1	—	I	I	Dents fines	
63	"	2910	Rochers cristallins	50	0,8	0,2	4:1	IV	F	V	III	23	7	I	20	7	1,3:1	N		0	—	130	45	VII	130	F	I	—	III	I	Dents grosses	
64	"	2300	Rochers et pelouses sèches	50	1,0	0,24	4:1	IV		I	II	29	4,5	I	18	4,5	1,6:1			0	—	130	45	VII	130	F	I	—	F	III	Pointes appliquées	
65	<i>C. major</i>	1900	Rochers	200	2,3	0,24	10:1	VI		II	III	26	4	I	17	7	1,5:1			0	—	130	50	VII	130	F	I	—	V	I	Crochets obtus	
66	<i>C. mirabilis</i>	2150	Lieux humides	100	1,2	0,36	3:1	III		V	I	33	5	I	15	4	2,2:1			0	—	90	50	VII	90	I	1	—	V	I	Pointes aiguës	
67	<i>C. cyperoides</i>	700	Étang desséché	50	4,3	0,09	48:1	VII	F	III	III	27	4,5	II	15	4,5	1,8:1	N		0	—	150	27	VII	150	F	III	10	—	IV	Nombreuses dents	
68	"	450	Marais	50	1,0	0,06	17:1	VII		F	IV	I	15	3,5	I	15	2,3	1,1:1			0	—	170	23	VII	130	F	III	1	—	V	"
69	<i>C. Davalli</i>	500	Forêt humide	120	0,6	0,2	3:1	II		V	I	28	7	I	13	6	2,2:1			0	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	"
70	"	850	Prairies humides	150	0,8	0,4	2:1	I		V	I	20	7	I	14	7	1,4:1			0	—	360	27	VII	360	I	—	—	—	—	—	Dents écartées
71	"	1800	Prairies marécageuses	150	0,5	0,3	3:1	II	F	IV	I	24	6	I	17	7	1,4:1	N		0	—	250	27	VII	250	N	I	—	F	V	Dents aiguës	
72	"	1500	Prairies marécag., tourbeuses	80	0,6	0,3	2:1	I		V	I	25	5,5	I	17	4,5	1,5:1			0	—	120	35	VII	120	I	—	—	—	—	—	Crochets espacés
73	"	108	Prairies marécag. sur alluvions	40	0,3	0,19	2:1	II		V	I	18	4,5	II	13	3,5	1,4:1			0	—	220	35	VII	220	I	—	—	—	—	—	"
74	<i>C. digitata</i>	450	Bois	130	2,1	0,14	15:1	VIII		II	I	29	6	I	18	3,5	1,6:1			0	—	80	44	VII	80	III	14	—	II	—	—	Grênelé
75	"	500	Forêt	100	2,9	0,17	17:1	IX		II	III	24	6,5	I	20	4,5	1,2:1			0	—	110	32	VII	110	F	III	10	—	V	—	"
76	"	650	"	80	3,0	0,16	19:1	VII	N	V	IV	29	2,5	I	20	4,5	1,5:1	N		0	—	100	37	VII	100	F	III	10	—	F	V	Rares crochets et grênelé
77	"	1200	Forêt ombreuse	80	3,0	0,17	18:1	VII		V	I	24	3	I	18	2,5	1,3:1			0	—	90	35	VII	90	III	8	—	IV	—	—	Grênelé
78	<i>C. dioica</i>	900	Tourbière	100	1,1	0,2	6:1	VI	III	I	IV	18	6,8	I	13	6,5	1,4:1			0	—	275	23	VII	275	I	8	—	I	—	—	Lisses
79	"	450	Marais	100	0,5	0,33	2:1	I		V	I	24	4,8	I	17	5	1,4:1			0	—	200	30	VII	200	N	I	—	F	—	—	"
80	"	1015	Tourbière	120	0,6	0,41	1,5:1	I	F	V	I	22	6,8	I	17	5,7	1,3:1	F		0	—	120	32	VII	120	I	1	—	—	—	—	"
81	"	30	Marais moussus	140	0,31	0,37	1:1	I		V	I	24	5,5	I	18	0,5	1,3:1			0	—	100	35	VII	100	I	1	—	—	—	—	"

N°	NOMS	Altitudes en m.	ORIGINE	FEUILLE							EPIDERMIE										STOMATES					SILLON MÉDIAN			BORDS		
				Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6/7	Type de coupe	Fixité du caractère	Type de saillie médiane	Supérieur			Inférieur			Rapport de 13 à 16	Fixité du rapport 18	Epiderme supérieur		Epiderme inférieur		Total de 20 + 23	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique		
											Type	Largeur	Memb. extér.	Type	Largeur	Memb. extér.			Nombre	Longueur	Type	Nombre								Longueur	Type
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
82	<i>C. distans</i>	500	Prairies marécageuses	70	3,1	0,21	15:1	VIII		I	I	19	6,5	I	14	6,5	1,4:1		0	—	—	170	35	VII	170		IV	10	—	II	Lisse sauf quelques rares pointes aiguës
83	"	800	Prés humides	40	2,3	0,2	12:1	VIII		III	I	20	3	I	17	4	1,2:1		0	—	—	30	35	VII	30		IV	8	—	V	Rares pointes aiguës
84	"	600	Taillis humides	80	3,6	0,19	19:1	IX	F	II	I	28	4,5	I	17	3,5	1,7:1	N	0	—	—	130	31	VIII	130	N	III	7	—	IV	"
85	"	100	Prairies marécageuses	60	3,0	0,19	16:1	VIII		III	II	24	2,7	I	14	4,5	1,7:1		0	—	—	120	36	VII	120		IV	10	—	I	Crénelé
86	<i>C. disticha</i>	570	Marais de forêt	550	4,0	0,16	25:1	VII		IV	I	25	4	I	17	2,5	1,5:1		0	—	—	120	25	VIII	120		II	8	—	V	Dents très fines
87	"	500	Marais	350	6,0	0,24	25:1	VII		III	I	29	5,7	I	20	4	1,5:1		0	—	—	120	41	VII	120		II	7	—	V	Dents moyennes
88	"	420	Bord des eaux	600	1,5	0,23	19:1	VII	F	III	I	33	4,5	I	20	3	1,7:1	F	0	—	—	130	41	VII	130	F	III	7	N	V	Dents petites, obtuses
89	"	108	Alluvions, prés marécageux	150	3,1	0,19	16:1	VII		I	I	27	4,5	I	16	3,5	1,6:1		0	—	—	130	41	VII	130		III	9	—	V	Gros crochets espacés
90	<i>C. echinata</i>	1015	Tourbière	150	1,7	0,17	10:1	V		I	V	24	4	II	14	4	1,7:1		0	—	—	250	30	VII	250		III	8	—	II	Dents appliq. nombreuses
91	"	1800	Pâturage marécageux	150	1,4	0,19	7:1	IV		II	IV	24	6,1	II	16	6	1,5:1		0	—	—	250	30	VII	250		III	10	—	II	"
92	"	550	Prairie humide	300	2,0	0,11	18:1	VII		IV	I	24	3,5	I	16	3,2	1,5:1		0	—	—	100	38	VII	100		III	8	—	IV	Grosses dents
93	"	132	Sables diluviens humides	50	1,3	0,2	7:1	IV	N	III	I	24	3,5	I	14	3,5	1,6:1	N	2	35	VII	170	30	VII	172	N	III	10	F	III	"
94	" <i>v. grypus</i>	2160	Pâturages marécag. et tourb.	60	1,7	0,19	9:1	VI		II	IV	27	4,8	III	20	4,5	1,4:1		0	—	—	200	32	VII	200		III	8	—	II	Larges dents
95	"	1800	"	250	2,0	0,21	10:1	IV		I	IV	28	4	II	22	4,5	1,3:1		1	isolée	—	150	27	VII	150		III	8	—	III	Dents appliquées
96	<i>C. elongata</i>	490	Forêt	300	4,0	0,16	25:1	VIII		III	II	27	4,5	I	20	3,5	1,4:1		0	—	—	100	27	VIII	100		III	6	—	V	Crénelé
97	"	500	Fossés de prairies	250	3,5	0,14	25:1	VIII	F	II	III	24	4,5	I	18	2,5	1,3:1	F	0	—	—	100	32	VIII	100	F	III	8	F	IV	Dents appliquées
98	"	500	Marais	250	3,0	0,14	21:1	VIII		II	III	24	3,5	II	19	3,5	1,3:1		0	—	—	90	35	VIII	90		III	8	—	IV	Grosses pointes
99	"	300	Marais sur argile	180	3,2	0,14	23:1	VIII		III	II	18	3,5	I	16	3,5	1,1:1		5	30	VII	90	30	VIII	95		III	10	—	IV	"
100	<i>C. ericetorum</i>	600	Mollasse	50	2,5	0,23	11:1	V		II	I	22	9	I	17	7	1,3:1		0	—	—	—	—	—	—		III	10	—	II	"
101	"	530	Endroits secs	70	3,5	0,28	13:1	V		IV	III	24	9	I	18	6	1,3:1		0	—	—	250	37	VII	250		III	9	—	III	"
102	"	760	"	45	1,4	0,11	13:1	VII	N	III	III	14	5,7	I	12	4,5	1,2:1	N	0	—	—	130	27	VII	130		III	8	N	III	Pointes aiguës
103	"	2500	Rochers secs	80	1,9	0,15	13:1	VII		II	II	25	4,5	I	14	3,5	1,6:1		0	—	—	210	30	VII	210	N	II	8	—	IV	Pointes appliquées
104	"	100	Forêt sablonneuse de pins	60	2,0	0,19	11:1	VIII		III	I	24	6,8	I	13	4,5	1,7:1		0	—	—	220	35	VII	220		III	10	—	III	Grosses dents appliquées
105	<i>β membranacea</i>	2500	Rochers secs	65	2,9	0,30	10:1	IV		III	I	22	7,5	I	16	3,5	1,4:1		0	—	—	—	—	—	—		II	14	—	II	"
106	<i>C. Favratii</i>	1700	Endroits marécageux	100	4,0	0,26	1,5:1	V		III	II	33	4,5	II	20	6	1,7:1		0	—	—	300	27	III	300		IV	10	—	IV	"
107	<i>C. ferruginea</i>	1300	Endroits humides	100	2,4	0,16	15:1	V		V	II	24	5	I	20	3,5	1,2:1		0	—	—	90	45	VII	90		III	8	—	V	"
108	"	2000	Bords d'un ruisseau	90	2,1	0,14	15:1	V		V	I	24	4,5	I	14	4,5	1,7:1	N	0	—	—	90	46	VII	90	F	III	10	—	IV	"
109	"	1900	Endroits humides	60	2,4	0,27	9:1	IV	F	V	I	28	4,5	I	18	4,5	1,6:1		0	—	—	70	39	VII	70		III	8	F	IV	"
110	"	1900	Rochers calcaires	70	2,3	0,13	18:1	V		V	II	25	5,7	I	22	4,5	1,1:1		0	—	—	70	35	VII	70		III	8	—	II	"
111	<i>C. filiformis</i>	400	Marais tourbeux	120	1,3	0,43	3:1	III		V	I	25	5,5	I	14	4,5	1,8:1		6	35	VII	105	38	VII	111		V	—	—	IV	Crénelé, fines dents
112	"	444	Marais sur craie lacustre	150	1,4	0,43	3:1	III	F	V	I	24	5,7	I	14	4,5	1,7:1	F	0	—	—	80	39	VII	80	N	III	8	N	IV	Fines dents appliquées
113	"	616	Endroits marécageux	300	1,6	0,36	4,5:1	III		V	I	24	4,5	I	16	4,5	1,5:1		0	—	—	45	35	VII	45		III	8	—	III	Crochets rares
114	"	280	Forêt de pins, au bord d'un lac	120	1,3	0,43	3:1	III		V	I	25	5,7	I	15	6	1,7:1		6	25	VII	80	38	VII	80		I	—	—	IV	"
115	<i>C. fimbriata</i>	2800	Rochers humides avec aroles	250	4,6	0,23	20:1	VII		IV	II	29	4,5	IV	20	3,5	1,5:1	F	0	—	—	70	27	V	70	F	IV	12	—	V	Crénelé
116	"	2800	"	200	3,6	0,19	19:1	VII	F	IV	II	25	6,5	III	17	6	1,5:1		0	—	—	90	27	V	90		IV	8	—	II	"
117	<i>C. firma</i>	2100	Rochers calcaires	60	1,3	0,19	7:1	VI		III	I	17	8	I	13	4,5	1,3:1		0	—	—	130	27	VII	130		III	10	—	I	Lisse
118	"	1600	"	40	3,1	0,21	15:1	VII		V	I	20	9	I	13	9	1,5:1		0	—	—	150	38	VII	150	F	III	8	N	III	"
119	"	1450	"	40	3,6	0,26	14:1	VII	F	IV	I	18	6,8	I	14	6	1,3:1	F	0	—	—	180	—	VII	180		IV	8	—	III	"
120	"	1912	"	40	2,3	0,21	11:1	VII		I	I	20	4,5	I	13	4,5	1,5:1		0	—	—	230	39	VII	230		III	10	—	II	"
121	<i>C. flacca</i>	700	Prairie humide, humifère	120	5,0	0,23	22:1	VII		IV	I	20	4	II	17	2,5	1,2:1		0	—	—	300	20	III	300		IV	10	—	IV	Crénelé finement
122	"	2400	Lieux humides argileux	120	4,0	0,20	20:1	VII		I	II	20	4,5	V	15	3,5	1,3:1		0	—	—	135	27	I	135		IV	10	—	V	Crénelé grossièrement
123	"	900	Dolomite	200	3,5	0,19	18:1	VIII	F	I	I	16	3,7	IV	14	3,5	1,1:1	N	0	—	—	200	27	I	200	F	IV	14	N	II	"

N°	NOMS	ORIGINE	FEUILLE					ÉPIDERME										STOMATES					SILLON MÉDIAN			BORDS						
			Altitudes en m.	Nature du sol	Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6/7	Type de coupe	Fixé du caractère	Type de sillon médian	Supérieur		Inférieur		Rapport de 13 à 16	Fixé du rapport 18	Epiderme supérieur		Epiderme inférieur		Total de 20 + 23	Fixé du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixé du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique				
												Type	Longueur	Memb. extér.	Type			Longueur	Memb. extér.	Nombre	Longueur								Type	Nombre	Longueur	Type
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
124	<i>C. flacca</i>	200		50,40	0,19	21,1	VII	I	I	20	4,5	IV	14	4,5	1,4,1	0	—	180	32	I	180	III	20	—	—	—	—	—	—	—	Grênelé, rares crochets	
125	"	700	Lieux humides sur le calcaire	100,34	0,20	13,1	VIII	II	I	18	6,8	V	14	2,5	1,3,1	0	—	200	30	I	200	II	18	—	—	—	—	—	—	—	"	
126	<i>C. flava</i>	400	Lieux marécageux	90,36	0,20	18,1	VII	III	I	20	3,5	I	16	2,5	1,3,1	0	—	120	39	VIII	120	III	8	—	—	—	—	—	—	—	Gros crochets	
127	"	450	Forêt humide	60,34	0,21	16,1	VII	—	I	22	4,5	I	16	3,5	1,4,1	0	—	140	35	VIII	140	III	8	—	—	—	—	—	—	—	Grênelé grossièrement	
128	"	1700	"	40,25	0,23	11,1	VIII	IV	II	24	1,5	I	18	2,5	1,3,1	0	—	130	35	VII	130	III	10	—	—	—	—	—	—	—	"	
129	<i>v. alpina</i>	1550	Endroits peu humides	50,26	0,19	14,1	VIII	III	I	24	3,5	I	16	3,5	1,5,1	0	—	110	40	VII	110	III	10	—	—	—	—	—	—	—	"	
130	<i>β lepidocarpa</i>	700	Lieux marécageux	120,31	0,2	16,1	VII	—	II	29	2,7	I	16	3	1,8,1	0	—	150	35	VII	150	III	8	—	—	—	—	—	—	—	Finement denticulé	
131	"	100	Prairie marécageuse	80,33	0,3	11,1	VIII	III	I	24	4,5	I	16	3	1,5,1	N	—	90	30	VII	90	III	8	—	—	—	—	—	—	—	Rares crochets	
132	<i>v. Oederi</i>	100	Lieux tourbeux	90,30	0,24	13,1	VIII	III	I	21	5,7	I	14	4,5	1,5,1	0	—	65	30	VII	65	V	2 ^o rang	—	—	—	—	—	—	—	"	
133	"	1600	Lieux humides	60,31	0,27	12,1	VII	—	I	25	4,5	I	16	3,5	1,6,1	0	—	400	27	VII	400	N	V	6	—	—	—	—	—	—	Rares crochets obtus	
134	"	0	Bord de la Baltique	30,20	0,19	11,1	VII	—	II	II	20	4,6	I	13	4	1,5,1	0	—	220	30	VII	220	III	10	—	—	—	—	—	—	Finement denticulé	
135	<i>C. fatida</i>	2500	Lieux humides, tourbeux	150,35	0,20	18,1	VII	—	I	II	24	2,7	I	13	4	1,8,1	0	—	290	23	VII	290	III	8	—	—	—	—	—	—	"	
136	"	2450	"	120,50	0,20	25,1	VII	—	I	II	22	4,5	I	13	2,1	1,7,1	0	—	150	32	VII	150	II	8	—	—	—	—	—	—	"	
137	"	2400	"	60,55	0,17	32,1	VII	—	I	II	21	4	I	14	3	1,5,1	0	—	330	23	VII	330	N	8	—	—	—	—	—	—	Grochets aigus	
138	"	2000	Pelouses un peu humides	80,21	0,17	12,1	VII	—	I	II	24	4,5	I	13	3,5	1,7,1	0	—	250	32	VII	250	N	8	—	—	—	—	—	—	Gros crochets	
139	<i>f. pallens</i>	1950	Pentes rocailleuses, gazonnant.	150,30	0,17	18,1	VII	III	I	25	3,5	I	13	3,5	1,9,1	0	—	90	40	VII	90	III	6	—	—	—	—	—	—	—	Dents irrégulières	
140	<i>f. pallenscens</i>	1950	"	50,38	0,2	19,1	VII	—	I	I	22	4	I	14	4,5	1,6,1	0	—	100	37	VI	100	III	8	—	—	—	—	—	—	"	
141	<i>C. frigida</i>	2300	Endroits riches en sources	100,60	0,26	23,1	V	—	I	I	36	3,5	I	24	3,5	1,5,1	0	—	90	39	VII	90	III	8	—	—	—	—	—	—	Pointes appliquées	
142	"	1600	Bord d'une source	80,30	0,19	16,1	VII	—	IV	I	29	4,5	I	24	3,5	1,2,1	0	—	90	39	VII	90	III	8	—	—	—	—	—	—	Pointes plus rares	
143	"	1300	Escarp, granit, humides	80,40	0,24	17,1	VII	—	I	22	3,5	I	20	3,5	1,1,1	0	—	100	41	VII	100	F	II	10	—	—	—	—	—	—	Gros crochets	
144	<i>v. debilis</i>	225	Roches gneissiques humides	50,25	0,16	16,1	V	—	V	I	25	3	I	19	2,5	1,3,1	0	—	300	32	VII	300	II	8	—	—	—	—	—	—	Pointes appliquées	
145	<i>C. Gaudinii</i>	500	Prairies marécageuses	80,65	0,43	15,1	II	—	I	I	21	4,5	I	13	3,5	1,6,1	0	—	200	23	VII	200	I	1	—	—	—	—	—	—	Gros crochets espacés	
146	"	1750	Marais sur sol calcaire	90,20	0,14	14,1	VIII	N	IV	II	19	4,5	III	14	2,3	1,4,1	N	—	27	VI	—	III	11	—	—	—	—	—	—	—	Sinné, crochets espacés	
147	<i>C. Goodenoughi</i>	2100	Endroits humides	50,21	0,17	12,1	VII	—	IV	II	19	4,5	III	14	2,3	0,8,1	0	—	100	35	IV	100	III	12	—	—	—	—	—	—	Dents aigues, appliquées	
148	"	1500	"	120,29	0,19	15,1	VII	—	IV	IV	20	4,2	IV	18	4,8	1,1,1	0	—	100	23	IV	100	III	10	—	—	—	—	—	—	"	
149	"	500	"	150,34	0,27	13,1	VII	—	IV	IV	18	2,5	II	20	3,5	0,9,1	0	—	200	0	—	200	III	10	—	—	—	—	—	—	"	
150	<i>v. vulgaris</i>	2160	Marais	110,34	0,24	14,1	VIII	—	III	III	18	4	III	19	3,5	0,9,1	F	—	150	30	IV	10	27	IV	160	III	10	V	—	Grosses pointes obtuses		
151	"	100	Alluvions	110,26	0,23	11,1	VII	F	III	III	14	3,5	II	17	3,5	0,8,1	0	—	150	27	VI	80	25	VI	230	V	2 ^o rang	V	—	Dents appliquées		
152	<i>v. turfosa</i>	500	Marais	170,27	0,16	17,1	VII	—	IV	IV	14	4,8	II	15	2,7	1,1	0	—	200	25	IV	10	25	VI	210	III	8	V	—	—	Grênelé	
153	<i>v. juncella</i>	1700	Graviers de l'Inn	250,40	0,3	13,1	VIII	—	V	IV	24	3,5	III	25	4,5	1,1	0	—	90	23	IV	60	25	VI	150	III	10	N	—	—	"	
154	"	650	Fossé au bord de la forêt	200,27	0,19	14,1	VIII	—	IV	III	14	2,7	II	16	3,5	0,9,1	0	—	300	26	VI	20	26	VI	320	III	10	IV	—	—	Dents appliquées	
155	<i>C. gynobasis</i>	500	Golfe calcaire ensoleillé	120,23	0,17	14,1	VII	—	II	I	20	4,8	I	14	3,5	1,4,1	0	—	90	35	VII	90	II	6	—	—	—	—	—	—	Grochets espacés	
156	"	348	Calcaire oxfordien	105,29	0,13	15,1	VII	—	III	I	20	2,5	I	13	2,3	1,5,1	0	—	90	35	VII	90	II	6	—	—	—	—	—	—	Grochets appliqués	
157	"	550	Endroits rocailleux ensoleillés	70,19	0,14	14,1	VIII	F	I	I	19	4,6	I	13	3,5	1,4,1	N	—	120	35	VII	120	F	II	6	—	—	—	—	—	"	
158	"	60	Taillis au bord du Danube	50,15	0,08	20,1	VII	—	V	II	17	4,5	I	14	2,5	1,2,1	0	—	100	35	VII	100	III	6	—	—	—	—	—	—	"	
159	"	60	Golfe ensoleillé	70,17	0,13	12,1	VII	—	I	II	24	4,5	I	13	3,5	1,8,1	0	—	90	35	VII	90	III	8	—	—	—	—	—	—	"	
160	<i>C. helconastes</i>	450	Tourbière	150,23	0,23	10,1	VII	—	II	II	22	5	V	18	5	1,2,1	N	—	60	37	IV	90	32	I	150	III	8	IV	—	—	Gros crochets espacés	
161	"	1000	"	100,17	0,21	8,1	VI	—	V	III	22	4,5	V	17	4,5	1,3,1	0	—	130	35	I	130	N	6	—	—	—	—	—	—	Grossièrement grênelé	
162	"	"	"	250,20	0,21	10,1	VI	—	I	IV	20	3,5	V	17	4	1,2,1	0	—	110	30	I	140	II	6	—	—	—	—	—	—	Dents appliquées	
163	"	1000	Prairie, 61° latitude nord	30,21	0,17	12,1	VII	—	IV	II	22	4,5	IV	13	2,5	1,7,1	0	—	140	35	I	140	II	9	—	—	—	—	—	—	—	Denticulé
164	<i>C. hirta</i>	650	Lieux marécageux	90,51	0,21	25,1	VIII	—	III	I	24	4,1	I	13	3,5	1,1	0	—	120	30	VII	120	III	12	—	—	—	—	—	—	—	Courtes dents
165	"	800	"	80,24	0,26	9,1	VI	—	III	I	24	4,5	I	18	4,5	1,3,1	0	—	150	38	VII	150	III	10	—	—	—	—	—	—	—	Finement denticulé

N ^{os}	NOMS	ORIGINE		FEUILLE							ÉPIDERME								STOMATES					SILLON MÉDIAN			BORDS				
	Espèces étudiées	Altitudes en m.	Nature du sol	Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe	Fixité du caractère	Type de saillie médiane	Supérieur				Inférieur				Epiderme supérieur			Epiderme inférieur		Total de 20 + 23		Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
166	<i>C. hirta</i>	400	Forêt	100	3,4	0,26	13:1	VII	N	III	I	23	3,5	II	16	3,5	1,4:1	F	I	ca et là	110	37	VII	110	—	II	9	F	V	Finement denticulé	
167	"	165	Sables de la Saône	80	3,4	0,20	17:1	VII	—	I	II	31	3,5	I	23	2,5	1,3:1	—	0	—	150	30	VII	150	—	III	6	—	III	Grênelé, denté	
168	<i>C. Hornschuchi</i>	600	Prairies humides	80	2,3	0,17	14:1	VIII	—	IV	I	21	2,7	I	14	4,1	1,5:1	—	0	—	150	32	VII	150	—	III	9	—	IV	Gros crochets peu nombreux	
169	"	550	Marais	50	7,5	0,34	22:1	IX	—	III	I	33	4,7	I	19	4,8	1,7:1	—	0	—	220	32	VII	220	—	V	4 rangs	—	V	"	
170	"	550	"	100	4,0	0,34	12:1	VIII	N	III	I	22	7,5	IV	13	4,5	1,7:1	N	0	—	200	36	I	200	N	IV	2	N	I	"	
171	"	590	Bord des eaux	120	5,0	0,38	13:1	VIII	—	V	I	20	6,8	I	12	4,5	1,7:1	—	0	—	100	35	VII	100	—	IV	2	—	II	"	
172	"	100	Prairie marécageuse	50	1,8	0,20	9:1	VI	—	II	II	23	6,8	IV	16	3,5	1,4:1	—	0	—	130	25	I	130	—	III	14	—	II	"	
173	<i>C. humilis</i>	500	Grotteaux rocheux calcaires	150	0,9	0,17	5:1	IV	—	IV	I	25	4,5	I	18	3,8	1,4:1	—	0	—	200	35	VII	200	—	III	8	—	V	"	
174	"	400	Bords du Rhin	180	0,93	0,21	4:1	IV	—	V	I	18	4,5	I	17	4,5	1,1:1	N	0	—	130	32	VII	130	—	I	—	N	IV	"	
175	"	1000	Gollines rocheuses sèches	50	0,3	0,16	3:1	IV	F	I	I	14	4,8	I	14	5	1:1	—	0	—	130	30	VII	130	F	II	5	N	III	"	
176	"	260	Terrain rocaillieux	20	0,30	0,24	2:1	II	—	V	I	19	5,5	I	16	4,5	1,2:1	—	0	—	—	—	VII	—	—	I	—	—	—	Dents à la face supérieure	
177	<i>C. incurva</i>	1710	Sables de l'Inn	100	1,3	0,2	7:1	IV	—	IV	I	24	4,5	I	17	5,6	1,4:1	—	0	—	160	35	VII	160	—	II	8	—	V	Denticulé	
178	"	2800	Bords des eaux	60	1,1	0,13	9:1	IV	—	V	I	28	4	I	18	4,5	1,6:1	—	0	—	290	37	VII	290	N	II	9	N	IV	Dents très espacées	
179	"	1799	Alluvions	60	1,3	0,3	4:1	IV	—	V	I	27	6,8	I	17	4,5	1,6:1	—	0	—	130	37	VII	130	—	II	9	—	V	"	
180	"	2	70° latitude nord	40	2,0	0,26	8:1	IV	—	IV	I	29	5,5	II	17	4,1	1,7:1	—	0	—	180	35	VII	180	—	III	6	—	IV	Dents courtes	
181	<i>C. irrigua</i>	2100	Endroits humides, tourbeux	70	2,4	0,16	15:1	VII	—	IV	II	20	2,5	III	18	2,5	1,1:1	—	0	—	250	25	V	250	—	III	10	—	V	Dents espacées	
182	"	1500	"	110	3,4	0,17	20:1	VII	—	II	II	18	3,5	II	18	3,5	1:1	F	0	—	180	23	IV	180	—	III	10	F	V	Grênelé	
183	"	1565	"	90	2,7	0,2	14:1	VIII	—	II	II	18	3,5	II	18	2,7	1:1	—	0	—	300	23	IV	300	—	III	10	—	V	Grênelé, rares crochets	
184	"	1	70° latitude nord	60	2,7	0,17	16:1	VIII	—	I	I	12	3,9	IV	10	2,5	1,2:1	—	0	—	320	23	IV	320	—	III	14	—	II	Rares crochets	
185	<i>C. Laggeri</i>	2160	Bord du lac des Morts	80	3,0	0,17	18:1	VII	F	IV	II	25	4	III	18	2,3	1,4:1	N	0	—	140	35	VII	140	—	II	8	N	V	Pointes aiguës	
186	"	2350	Bord du petit lac	150	1,7	0,16	11:1	VII	—	IV	II	24	4	II	14	2,5	1,7:1	—	0	—	110	30	VII	110	—	III	6	—	V	Dents peu accusées	
187	<i>C. lagopina</i>	2500	Hautes alpes granitiques	40	1,9	0,17	11:1	V	—	V	II	20	4,8	IV	18	4	1,1:1	—	0	—	150	35	II	150	—	III	4	—	V	Finement denté	
188	"	2075	"	80	1,4	0,24	6:1	VI	—	III	III	20	4,5	IV	18	3,5	1,1:1	F	0	—	135	35	I	135	—	III	8	N	I	Grênelé	
189	"	1500	"	80	2,6	0,27	10:1	VI	—	IV	III	24	5	V	18	6,5	1,3:1	—	0	—	150	36	I	150	—	III	5	—	II	"	
190	"	900	62° latitude nord	50	2,0	0,17	12:1	VII	—	II	I	25	2,3	IV	22	2,3	1,1:1	—	0	—	130	30	I	130	—	III	10	—	V	"	
191	<i>C. leporina</i>	2300	Pelouses humides	120	3,3	0,13	25:1	VII	—	III	II	25	3,9	I	18	4,5	1,4:1	—	0	—	100	30	VIII	100	—	II	7	—	V	Denticulé	
192	"	800	Prairies humides	200	3,0	0,16	19:1	VII	—	IV	III	23	4	I	15	4,5	1,5:1	—	0	—	250	30	VII	250	—	II	6	F	V	"	
193	"	2000	Pelouses humides	60	3,0	0,21	14:1	V	N	I	IV	25	4,5	III	25	4,3	1:1	—	0	—	130	45	I	130	—	II	10	—	II	Dents fortes	
194	"	1800	Lisière des bois	80	2,7	0,21	13:1	V	—	III	I	20	4,5	I	11	3,5	1,8:1	—	0	—	110	25	VII	110	—	III	9	—	III	Pointes appliquées	
195	<i>C. limosa</i>	1380	Marais tourbeux	80	2,3	0,17	14:1	VII	—	III	III	24	2,7	III	18	3	1,3:1	—	0	—	120	27	VII	120	—	III	10	—	V	Finement grênelé	
196	"	450	"	250	1,9	0,14	14:1	VIII	—	II	III	20	4,5	V	15	3,2	1,3:1	—	0	—	200	23	I	200	—	III	8	—	III	"	
197	"	470	Tourbière	160	1,8	0,21	9:1	VIII	F	IV	IV	24	3,5	V	14	2,3	1,7:1	N	0	—	80	30	I	80	N	III	4	F	V	"	
198	"	35	Tourbière sur sable diluvial	120	1,7	0,2	9:1	VII	—	III	IV	24	3,5	V	14	2,5	1,7:1	—	0	—	130	33	II	130	—	III	6	—	V	"	
199	<i>C. microglochin</i>	2000	Sables torrentiels	80	0,3	0,5	0,9:1	I	—	V	I	29	5,7	I	18	7	1,6:1	—	0	—	130	35	VI	130	—	I	—	—	—	—	
200	"	2300	Lieux humides	50	1,7	0,21	8:1	VI	—	IV	II	24	4,5	V	20	3,2	1,2:1	—	0	—	100	32	I	100	—	III	9	F	I	Rares pointes	
201	"	2300	Endroits marécageux	40	0,3	0,5	0,9:1	I	F	V	I	29	6,8	I	20	6,8	1,5:1	—	0	—	200	41	VI	200	—	I	—	—	—	—	
202	"	4	Schistes micacés, 70° lat. nord	20	0,3	0,21	3,5:1	III	—	V	I	29	4,5	I	18	3	1,6:1	—	0	—	170	42	VI	170	—	I	—	—	V	Lisse	
203	<i>C. microstyla</i>	2150	Lieux rocheux humides, granit.	200	2,1	0,17	12:1	VII	—	I	III	18	2	II	13	4	1,4:1	—	0	—	220	30	VII	220	—	II	8	—	V	Pointes appliquées	
204	"	2300	"	90	2,6	0,21	12:1	VII	F	I	III	20	5	II	15	5	1,3:1	N	0	—	200	30	VII	200	F	II	11	F	II	"	
205	"	2100	"	150	2,6	0,26	10:1	VII	—	I	I	25	4,5	I	16	4,5	1,6:1	—	0	—	200	35	VII	200	—	III	14	—	II	"	
206	<i>C. montana</i>	650	Buissons	50	1,7	0,11	15:1	VII	—	I	III	14	4,5	I	12	4,5	1,2:1	—	0	—	110	27	VII	110	—	III	6	—	II	Pointes écartées	
207	"	600	Clairières	40	1,9	0,10	19:1	VII	—	V	I	18	2,8	I	13	2,7	1,4:1	—	0	—	40	26	VII	40	—	I	—	—	IV	Pointes larges	

N°	NOMS	ORIGINE	FEUILLE							ÉPIDERME										STOMATES					SILLON MÉDIAN		BORDS				
			Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe	Fixité du caractère	Type de saillie médiane	Supérieur		Inférieur		Rapport de 13 à 16	Fixité du rapport 18	Epiderme supérieur		Epiderme inférieur		Total de 20 + 23	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique					
										Type	Longueur	Type	Longueur			Nombre	Type	Nombre	Type												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
208	<i>C. montana</i>	250	Forêt claire sur Muschelkalk	40	1,7	0,11	15:1	VII	F	III	I	18	3,5	I	16	2,6	1:1	F	0	—	—	90	32	VII	90	III	I	8	X	V	Longues épines
209	<i>C. macronata</i>	1400	Roches calcaires	100	0,2	0,36	0,6:1	I	F	V	I	16	6,5	I	14	4,8	1:1	N	0	—	—	120	35	VII	120	III	I	—	—	F	V
210	"	1420	Roches dolomitiques	60	0,13	0,14	3:1	I	F	V	I	25	4,8	I	12	4,5	2:1	N	0	—	—	170	27	VII	170	III	I	—	—	F	V
211	"	2500	Eboulis calcaires	80	0,36	0,53	0,7:1	I	F	V	I	20	6,5	I	20	6	1:1	N	0	—	—	180	27	VI	180	III	I	—	—	F	V
212	<i>C. nigra</i>	2380	Arêtes gazonnées	80	1,0	0,19	21:1	VII	F	III	I	25	4,5	V	20	3,8	1:3	N	0	—	—	100	27	I	100	III	I	12	—	III	Finement crénelé
213	"	2300	Pelouses sèches	90	3,2	0,17	19:1	VII	F	III	I	24	6,5	V	18	5,7	1:3	N	0	—	—	90	30	I	90	III	I	20	—	V	"
214	"	2400	"	50	3,9	0,19	21:1	VII	F	III	I	25	4,5	V	20	4	1:3	N	0	—	—	150	30	VI	150	III	I	8	—	V	"
215	"	2800	"	60	2,7	0,19	14:1	VII	F	I	II	29	4,5	III	20	4,5	1:5	N	0	—	—	130	30	IV	130	III	I	8	—	V	"
216	<i>C. nitida</i>	650	Coteaux secs et chauds	30	2,6	0,16	16:1	VII	F	I	I	16	3,5	I	17	3	0,9:1	N	0	—	—	100	27	VII	100	IV	I	10	—	II	Pointes appliquées
217	"	650	"	60	3,2	0,19	17:1	VII	F	I	I	18	3,5	I	13	2,7	1:4	N	0	—	—	170	37	VII	170	III	I	10	—	V	Finement denté
218	"	500	Endroits secs, chauds	150	3,4	0,14	24:1	VII	F	II	I	21	4,5	I	12	2,5	1:7	N	0	—	—	155	37	VII	155	III	I	10	—	V	Crénelé
219	"	1200	Endroits secs, ensoleillés	80	2,3	0,19	12:1	VII	F	II	I	25	4,5	I	16	4	1:1	N	0	—	—	180	32	VII	180	III	I	11	—	II	"
220	<i>C. Ohmülleri</i>	400	Forêt	600	1,9	0,14	13:1	VII	F	I	III	23	4,5	III	17	4	1:4	N	0	—	—	140	30	VIII	140	III	I	—	—	II	Gros crochets
221	"	450	Lisière de la forêt	600	2,6	0,17	15:1	VII	F	IV	IV	24	4,5	III	17	3,5	1:5	N	0	—	—	120	35	VII	120	III	I	8	—	II	Denticulé
222	"	510	Jardin botanique	500	1,7	0,13	13:1	VII	F	I	I	19	3,7	I	15	4,5	1:3	N	0	—	—	170	32	VII	170	III	I	6	—	N	Dents appliquées
223	"	200	Forêt	50	2,1	0,14	15:1	VII	F	III	III	23	4,5	III	18	4,2	1:3	N	0	—	—	70	37	VI	70	III	I	8	—	V	"
224	<i>C. ornithopoda</i>	470	Coteaux secs	80	4,0	0,20	20:1	VII	F	V	III	27	4,5	I	24	3,5	1:1	N	0	—	—	60	43	VI	60	III	I	10	—	V	Gros crochets
225	"	1810	Marais tourbeux	80	3,1	0,21	15:1	VIII	F	IV	IV	24	6,8	I	22	4,8	1:1	F	0	—	—	100	32	VII	100	III	I	12	—	III	Crénelé régulièrement
226	"	750	Bois	50	1,7	0,21	8:1	VIII	F	II	I	24	4,8	I	16	4,5	1:1	N	0	—	—	70	35	VII	70	III	I	10	—	F	Gros crochets
227	"	108	Digues sablonneuses, herbeuses	120	3,7	0,23	16:1	VII	F	II	II	24	5,5	I	24	4,5	1:1	N	0	—	—	65	45	VI	65	III	I	10	—	V	"
228	<i>C. Pairæi</i>	530	Chemin de marais	150	2,4	0,14	17:1	VII	F	II	II	22	5,5	I	16	5	1:4	N	0	—	—	100	27	VI	100	III	I	8	—	II	Crénelé
229	"	510	"	250	2,6	0,14	19:1	VII	F	IV	IV	18	3	I	15	2,8	1:2	N	0	—	—	175	30	VI	175	III	I	7	—	F	Pointes aiguës
230	"	600	Bord du chemin	200	3,3	0,14	24:1	VII	F	II	IV	25	1	I	18	4	1:4	N	0	—	—	230	27	VI	230	III	I	10	—	III	"
231	"	114	Forêt de pins sur sable	150	2,1	0,19	11:1	VII	F	II	I	20	4,5	I	18	3,5	1:1	N	0	—	—	120	35	VII	120	III	I	10	—	III	Pointes appliquées
232	<i>C. pallescens</i>	1850	Prairie	110	3,2	0,17	19:1	VII	F	II	I	25	4,5	I	14	3,5	1:8	N	0	—	—	100	27	VII	100	III	I	8	—	II	Denté irrégulièrement
233	"	525	Marais	120	2,9	0,14	21:1	VII	F	III	II	24	2,5	I	18	2,3	1:3	N	0	—	—	130	30	VII	130	III	I	10	—	V	Longues dents aiguës
234	"	1600	Prairie	120	2,6	0,14	19:1	VII	F	III	II	24	4,5	I	14	3	1:7	N	0	—	—	130	32	VII	130	III	I	12	—	I	Pointes appliquées
235	"	180	Forêt claire de pins sur grès	70	1,7	0,14	12:1	VII	F	III	II	20	4,5	I	15	3,5	1:3	N	0	—	—	130	35	VII	130	III	I	14	—	V	Crénelé
236	<i>C. panicea</i>	500	Endroits humides	100	3,6	0,17	21:1	VII	F	IV	I	20	5,7	IV	15	2,3	1:3	N	0	—	—	135	32	I	135	III	I	10	—	I	Pointes régulières
237	"	2100	Prairies humides	90	2,3	0,21	11:1	VII	F	IV	III	20	3,5	IV	18	3,5	1:1	F	0	—	—	135	35	I	135	III	I	12	—	V	Crénelé
238	"	750	Endroits humides	100	2,3	0,20	12:1	VII	F	IV	II	20	4	V	18	3	1:4	N	0	—	—	135	35	I	135	III	I	10	—	I	"
239	"	107	Alluvions marécageuses	90	3,4	0,17	20:1	VII	F	I	II	24	3,5	V	20	2,7	1:2	N	0	—	—	135	30	I	135	III	I	12	—	I	"
240	<i>C. paniculata</i>	570	Marais de forêt	250	4,0	0,27	15:1	V	F	IV	I	36	6	II	18	4,5	2:1	N	0	—	—	100	35	III	100	IV	I	—	—	IV	Gros crochets
241	"	2100	Endroits humides	300	6,0	0,13	14:1	V	F	II	II	33	6,5	II	27	6,5	1:2	N	0	—	—	350	32	III	350	III	I	8	—	III	"
242	"	110	Fossés dans alluvions	80	3,6	0,36	10:1	V	F	II	I	25	3,5	I	18	4,8	1:4	N	0	—	—	280	25	III	280	IV	I	12	—	IV	"
243	<i>C. paradoxa</i>	570	Marais tourbeux	350	3,4	0,21	16:1	V	F	IV	II	33	4,5	III	17	4	1:9	N	0	—	—	110	35	III	110	IV	I	5	—	N	Long. épines appliquées
244	"	558	Bord des eaux	300	3,6	3,4	1:1	V	F	III	I	36	5,7	II	14	4,5	2:1	N	0	—	—	350	27	III	350	IV	I	5	—	III	"
245	"	109	Prés humides sur alluvions	120	3,3	3,2	10:1	V	F	V	I	29	3,9	I	20	3	1:5	N	1	ch et la	—	190	35	III	190	III	I	8	—	III	"
246	<i>C. pauciflora</i>	900	Tourbière	100	1,0	0,21	5:1	III	F	I	I	25	5,5	I	18	5,5	1:4	N	0	—	—	200	63	VII	200	I	—	—	V	Dents aiguës	
247	"	1015	"	60	1,4	0,19	6:1	IV	F	I	I	24	6	I	18	5	1:3	N	0	—	—	200	48	VII	200	III	I	14	—	N	Dents minuscules
248	"	2000	Pâturage tourbeux	50	1,3	0,2	7:1	IV	F	V	I	25	4,1	I	18	4,5	1:4	N	0	—	—	200	40	VII	200	III	I	17	—	IV	Dents aiguës, longues
249	"	5	Tourbières	90	1,7	0,19	9:1	IV	F	III	I	25	5,3	I	18	4,5	1:4	N	0	—	—	350	41	VII	350	III	I	13	—	V	Dents rares, obtuses

N ^o	NOMS	Altitudes en m	ORIGINE Nature du sol	FEUILLE						Type de saillie médiane	EPIDERMES								STOMATES						SILLON MÉDIAN			BORDS			
				Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe	Fixité du caractère		Supérieur				Inférieur				Epiderme supérieur			Epiderme inférieur			Total de 20 + 23	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique
											Type	Largeur	Memb. extér.	Type	Largeur	Memb. extér.	Rapport de 13 à 16	Fixité du rapport 16	Nombre	Longueur	Type	Nombre	Longueur	Type							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
250	<i>C. pendula</i>	700	Bord d'un ruisseau, argile	600	18,0	0,5	36:1	IX	—	III	I	27	8	V	14	6	1,9:1	—	0	—	—	500	20	III	500	—	V	4 range	—	IV	Dents peu aiguës
251	"	450	Forêt humide	550	16,0	0,56	29:1	IX	F	V	I	25	6	IV	16	5	1,6:1	—	0	—	—	170	24	III	170	F	V	—	—	IV	Crénelé
252	"	950	"	200	16,0	0,41	39:1	IX	—	IV	I	29	4,5	IV	18	4,5	1,6:1	—	0	—	—	150	27	III	150	—	V	2 range	F	V	"
253	"	"	"	300	20,0	0,37	54:1	IX	—	II	I	25	4,5	IV	15	4,1	1,7:1	—	0	—	—	150	23	III	150	—	V	3 "	—	V	"
254	<i>C. Persoonii</i>	950	Lieux humides, pierreux	200	2,6	0,14	19:1	VII	—	III	III	21	4,1	IV	18	4,5	1,3:1	—	60	30	IV	100	39	IV	160	—	III	8	—	V	Dents appliquées
255	"	2400	"	100	2,6	0,17	15:1	VII	—	II	III	16	3,5	V	18	2,5	0,9:1	N	0	—	—	155	30	IV	155	N	III	10	F	IV	"
256	"	1900	Bords gazonnés du glacier	150	2,9	0,16	18:1	VII	—	IV	III	20	4	V	18	4,5	1,1:1	—	0	—	—	110	35	I	110	—	III	9	—	V	Crénelé
257	"	792	70° latitude nord	120	2,0	0,17	12:1	VIII	—	III	I	18	4,5	III	13	4,5	1,4:1	—	0	—	—	150	25	VII	150	—	III	8	—	V	"
258	<i>C. pilosa</i>	450	Versant boisé	200	8,0	0,10	80:1	VIII	—	I	I	29	6,5	I	29	3,5	1:1	—	0	—	—	70	37	VII	70	—	I	—	—	V	Longs poils mous
259	"	1200	Bois ombréux	400	7,0	0,23	30:1	IX	N	I	I	25	6,8	I	20	5	1,3:1	N	0	—	—	170	30	VII	170	N	I	—	—	V	"
260	"	300	Forêt à sol argileux	80	1,0	0,11	36:1	VII	—	III	II	25	4,5	II	17	3,5	1,5:1	—	0	—	—	150	32	VI	150	—	III	20	N	V	"
261	" v. <i>glabra</i>	550	"	100	3,0	0,16	19:1	VII	—	IV	II	26	4,5	II	18	2,8	1,4:1	—	0	—	—	170	35	VII	170	—	I	—	—	V	Crochets obtus
262	<i>C. pilulifera</i>	1635	Lias inférieur, buissons	80	2,0	0,15	13:1	VIII	—	II	I	20	4,5	I	14	4,8	1,4:1	—	0	—	—	150	32	VII	150	—	III	12	—	III	Finement crénelé
263	"	800	Prairie tourbeuse	100	2,1	0,20	11:1	VIII	N	I	I	20	4,5	I	13	4,2	1,5:1	N	0	—	—	170	35	VII	170	N	III	8	F	III	"
264	"	800	Bois	120	1,9	0,14	14:1	VII	—	III	I	24	4,5	II	18	4	1,3:1	—	0	—	—	95	40	VII	95	—	III	9	—	IV	Dents aiguës
265	"	115	Forêt de pins sur sable	40	1,7	0,18	9:1	VI	—	II	I	19	4,5	I	18	4,8	1,1:1	—	0	—	—	150	35	VII	150	—	III	10	—	II	Crénelé
266	<i>C. polyrrhiza</i>	250	"	180	2,5	0,14	16:1	VII	—	III	III	26	3,8	I	18	3,5	1,4:1	—	0	—	—	75	37	VIII	75	—	III	5	—	IV	Pointes appliquées
267	"	500	"	150	2,2	0,2	11:1	VIII	F	V	I	29	7	I	14	7	2,1:1	N	0	—	—	130	40	VII	130	N	II	6	F	V	Pointes très grosses, très nombreuses
268	"	900	"	60	2,9	0,17	17:1	VII	—	IV	I	18	6,5	I	13	4,5	1,4:1	—	0	—	—	185	30	VII	185	—	II	6	—	IV	"
269	"	760	Terrain argilo-calcaire	30	1,9	0,14	14:1	VII	—	I	II	22	4,5	I	18	3,5	1,2:1	—	0	—	—	105	26	VII	105	—	II	10	—	V	Grosses pointes
270	<i>C. praecox</i>	500	Endroits secs	80	3,1	0,21	15:1	VIII	—	III	III	20	4,5	I	14	4,5	1,4:1	—	0	—	—	200	35	VII	200	—	III	8	—	III	Pointes appliquées
271	"	1600	Pâturages secs	35	3,0	0,14	21:1	VII	—	I	II	24	4	I	18	3,8	1,3:1	—	0	—	—	155	37	VII	155	N	III	8	—	II	Grosses pointes
272	"	1425	"	70	2,6	0,2	13:1	VII	—	III	I	20	4,5	I	17	4	1,2:1	—	0	—	—	155	35	VII	155	—	II	6	—	III	Pointes appliq., épaisses
273	"	1635	Goteaux secs	60	3,0	0,2	15:1	VII	N	I	IV	25	4,8	II	22	4,3	1,1:1	N	0	—	—	150	30	VII	150	N	III	8	N	II	"
274	"	1635	"	60	2,3	0,19	12:1	VII	—	IV	III	29	4	II	22	4	1,3:1	—	0	—	—	170	39	VII	170	—	III	10	—	IV	Crénelé
275	"	110	Prairies sablonneuses humides	80	1,3	0,14	9:1	IV	—	V	I	20	3,5	I	16	3,5	1,3:1	—	0	—	—	80	45	VII	80	—	III	8	—	V	Crochets espacés
276	"	295	Canal dans sable diluvial	60	1,3	0,14	9:1	IV	—	IV	III	19	5,5	I	16	4	1,2:1	—	0	—	—	120	41	VII	120	—	III	8	—	V	Pointes isolées
277	<i>C. pseudocyperus</i>	444	Marais tourbeux	150	6,7	0,29	23:1	IX	—	III	I	25	6	I	17	4,5	1,5:1	—	2	30	VII	185	27	VII	187	—	IV	10	—	V	Crénelé, rares crochets
278	"	470	Tourbière	300	8,5	0,36	24:1	VIII	F	II	I	29	2,7	I	20	3,5	1,5:1	N	1	à et là	—	45	45	VII	45	N	IV	9	N	V	"
279	"	515	Fossés	300	9,1	0,33	28:1	VIII	—	I	I	30	4,5	I	24	4,5	1,3:1	—	0	—	—	60	39	VII	60	—	III	10	—	V	"
280	"	800	Marais sur terrain schisteux	80	9,0	0,5	18:1	VIII	—	III	I	24	4,5	I	20	3,5	1,2:1	—	1	57	VII	100	41	VII	101	—	II	8	—	V	"
281	<i>C. pulicaris</i>	1470	Prés tourbeux	120	1,4	0,17	8:1	VIII	—	IV	III	20	3,5	V	14	3	1,4:1	—	0	—	—	200	23	I	200	—	III	8	—	I	Très hérissé
282	"	445	Marais	100	6,7	0,27	25:1	III	N	V	I	24	5,7	I	16	6,8	1,5:1	N	0	—	—	220	30	VII	220	F	I	—	F	V	Lisse
283	"	600	Prairies humides	200	4,3	0,3	1,5:1	I	—	V	I	20	5	I	11	4,8	1,8:1	—	0	—	—	150	25	VII	150	—	I	—	—	V	"
284	"	335	"	70	6,3	0,5	0,7:1	II	—	V	I	34	9	I	20	7	1,7:1	—	0	—	—	150	35	VII	150	—	I	—	—	V	"
285	<i>C. punctata</i>	225	Endroits humides	80	3,4	0,2	17:1	VIII	—	II	II	29	4,5	I	18	6	1,6:1	—	0	—	—	120	48	VII	120	—	III	8	—	I	Crénelé
286	"	225	"	120	3,0	0,19	16:1	VII	N	III	I	27	3,8	I	20	3,5	1,4:1	N	0	—	—	70	37	VII	70	N	III	10	N	IV	Gros crochets appliqués
287	"	117	Jardin public	150	2,9	0,21	14:1	IX	—	I	I	20	2,5	I	14	3,5	1,4:1	—	0	—	—	—	—	VII	—	—	II	12	—	V	Gros crochets
288	<i>C. remota</i>	475	Clairières humides	300	2,3	0,2	12:1	V	—	IV	III	33	4	II	20	3,5	1,7:1	—	0	—	—	80	37	VII	80	—	III	6	—	I	Crénelé
289	"	485	Bois frais	250	2,0	0,14	14:1	V	F	IV	II	29	4,5	II	18	3	1,6:1	N	0	—	—	70	40	VII	70	F	III	6	F	V	Finement denté
290	"	270	"	400	2,1	0,2	11:1	V	—	III	II	37	4,5	II	19	3,5	1,9:1	—	0	—	—	50	45	VII	50	—	III	8	—	III	Longues dents
291	"	200	Bois de hêtres	70	2,3	0,2	12:1	V	—	III	I	33	5	I	23	3,5	1,4:1	—	0	—	—	90	37	VII	90	—	III	12	—	IV	"

N°	NOMS	ORIGINE	FEUILLE							EPIDERMIS										STOMATES					SILLON MÉDIAN		BORDS					
			Altitudes en m	Nature du sol	Longueur	Largeur	Epaisseur	Rapport de 6:5	Type de coupe	Fréq. du caractère	Type de saillie médiane	Supérieur					Inférieur					Epiderme supérieur		Epiderme inférieur			Type	Nombre de cellules	Fréq. du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique	
												Type	Largeur	Memb. extér.	Type	Largeur	Memb. extér.	Rapport de 13 à 16	Fréq. du rapport 18	Nombre	Longueur	Type	Nombre	Longueur	Type	Total de 20 + 25						Fréq. du caractère
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
292	<i>C. remotax repens</i>	108	Bords du Tessin	3000	306	0,19	16:1	VII	F	IV	I	31	4,5	I	17	3,5	1,8:1	N	0	—	—	70	39	VII	70	F	II	6	F	II	Pointes aiguës	
293	"	45	Terrain boisé, moussu, sablon.	85	3,0	0,19	16:1	VII	F	IV	III	24	4,5	I	20	3,5	1,2:1	N	0	—	—	80	35	VII	80	F	II	8	F	III	Pointes appliquées	
294	<i>C. riparia</i>	650	Marais	80	2,9	0,21	14:1	VIII	F	I	I	20	4,8	IV	13	2,5	1,5:1	N	0	—	—	150	32	I	150	F	III	6	F	I	Crénelé	
295	"	435	Sables humides	350	9,0	0,58	21:1	VIII	F	I	I	18	5,5	IV	14	5	1,3:1	N	7	37	III	131	37	I	138	F	IV	3	N	IV	Pointes aiguës	
296	"	400	Endroits marécageux	600	1,0	0,6	22:1	VIII	F	III	I	25	4,5	IV	18	4,5	1,4:1	N	15	36	III	170	32	III	185	F	V	3	N	IV	Crénelé	
297	"	407	Fossés	1200	1,0	0,8	15:1	VIII	F	IV	I	29	9	II	18	6,8	1,6:1	N	10	41	III	190	32	III	200	F	V	4	N	IV	Lisse	
298	<i>C. rostrata</i>	1820	"	250	5,9	0,46	13:1	VIII	F	I	IV	17	4,5	II	16	6,5	1,1:1	N	160	30	VI	50	30	III	210	F	IV	10	N	V	Crénelé	
299	"	600	Tourbières	300	3,1	0,29	11:1	V	F	I	IV	20	3,5	I	22	3,8	0,9:1	N	180	31	III	15	32	III	195	F	IV	8	N	V	Pointes appliquées	
300	"	450	Marais	200	4,3	0,36	12:1	V	F	I	IV	18	4,5	I	20	4	0,9:1	N	185	30	I	12	33	III	197	F	IV	8	N	IV	"	
301	"	4	Eaux stagnantes	300	5,0	0,19	16:1	V	F	III	IV	14	2,3	II	16	4,5	0,9:1	N	Grand nomb. 1 c. et 1 b.					—	—	V	2	N	V	"		
302	<i>C. rupestris</i>	2500	Lieux rocheux, ératiques, avec touffes de gramin.	200	0,6	0,3	2:1	III	F	V	I	15	4	II	18	6,8	0,8:1	N	0	—	—	150	37	VII	150	F	V	3	N	V	Crénelé grossièrement	
303	"	2500	"	80	3,0	0,3	10:1	V	F	III	I	27	6	I	20	6,5	1,1:1	N	0	—	—	100	43	VII	100	F	III	8	F	I	"	
304	"	2500	"	60	2,6	0,23	11:1	V	F	II	II	29	8	I	22	6	1,3:1	N	0	—	—	100	43	VII	100	F	III	8	F	III	Grochets nombreux	
305	"	40	Endroits secs, marbre. Au nord	40	2,5	0,23	11:1	V	F	V	II	32	4,5	I	24	5,7	1,3:1	N	0	—	—	100	42	VII	100	F	III	8	F	III	Grochets larges	
306	<i>C. sempervirens</i>	1500	Pente calcaire rocheuse	30	3,6	0,21	17:1	VIII	F	I	I	21	6,8	I	14	7	1,5:1	N	0	—	—	90	32	VII	90	F	III	8	F	IV	Longues pointes	
307	"	2400	Blocs libres de rocher	110	3,8	0,20	19:1	VII	N	I	I	24	6,8	IV	22	4	1,1:1	N	0	—	—	115	34	IV	115	F	I	10	N	III	Rares crochets	
308	"	2000	Rochers calcaires	100	2,9	0,24	12:1	V	N	IV	I	20	6,8	I	18	4,5	1,1:1	N	0	—	—	100	33	VII	100	F	III	8	N	II	Gros crochets	
309	"	800	Calcaire	40	3,0	0,20	15:1	V	N	III	I	16	3,5	I	13	4,5	1,2:1	N	0	—	—	80	31	VII	80	F	III	11	N	V	"	
310	<i>C. silvatica</i>	800	Forêt humide	150	1,2	0,17	25:1	VII	N	II	II	21	4	I	13	2,5	1,8:1	N	0	—	—	65	37	VII	65	F	IV	10	N	I	Pointes appliquées	
311	"	450	Bois humide	150	5,0	0,16	31:1	VII	N	II	II	23	4	I	19	3,5	1,2:1	N	0	—	—	60	37	VII	60	F	IV	10	N	V	Crénelé	
312	"	700	Forêt	100	5,7	0,27	21:1	IX	N	III	I	29	6,5	I	18	5,7	1,6:1	N	0	—	—	80	30	VII	80	N	IV	12	N	V	Crénelé finement	
313	"	1150	Forêt de hêtres	50	3,9	0,13	30:1	IX	N	I	II	18	4,5	I	12	3,5	1,5:1	N	0	—	—	175	25	VII	175	F	III	14	N	V	Courtes pointes	
314	<i>C. sparsiflora</i>	2300	Endroits herbeux	70	2,9	0,14	21:1	VIII	F	IV	II	27	3,7	II	18	3,9	1,5:1	N	0	—	—	275	32	VII	275	F	IV	5	F	IV	Crénelé	
315	"	2300	"	50	2,9	0,21	14:1	VII	F	III	II	20	5	I	18	4,5	1,1:1	N	0	—	—	90	30	VII	90	N	III	12	F	V	"	
316	"	1300	Endroits herbeux sur granit	40	4,1	0,19	22:1	VII	F	IV	III	30	4,5	II	21	3,9	1,1:1	N	0	—	—	45	41	VII	45	F	IV	12	N	V	"	
317	<i>C. stricta</i>	555	Bord du lac	700	4,0	0,50	32:1	IX	F	IV	I	20	5,5	IV	18	3	1,6:1	N	0	—	—	220	27	V	220	F	V	1	N	V	Grosses pointes	
318	"	600	Eaux stagnantes	250	4,0	0,29	14:1	VIII	N	III	III	18	3,5	IV	13	2,7	1,4:1	N	90	27	V	110	25	V	200	F	III	18	N	V	Gros crochets	
319	"	300	Rives du Léman	250	3,1	0,24	15:1	VIII	F	III	I	24	4,5	IV	14	2,5	1,7:1	N	0	—	—	350	25	V	350	F	IV	14	N	V	Gros crochets appliqués	
320	"	100	Prairies marécageuses	150	2,1	0,20	11:1	V	F	III	I	24	2	IV	13	2,5	1,8:1	N	1	isolée	—	110	25	V	110	F	V	2	N	IV	"	
321	<i>C. strigosa</i>	300	Forêt humide	80	5,0	0,30	27:1	VIII	F	I	I	24	4,5	I	14	6,8	1,7:1	N	0	—	—	110	27	VII	110	F	IV	14	N	II	Lisse	
322	"	600	"	60	7,7	0,27	29:1	VIII	F	II	I	25	2,5	I	23	2,3	1,1:1	N	0	—	—	130	30	VII	130	N	IV	12	N	II	Crénelé	
323	"	45	Bois frais	60	7,7	0,26	30:1	VIII	F	II	I	36	4,5	I	20	2,5	1,2:1	N	0	—	—	65	38	VII	65	F	IV	10	N	V	Crénelé finement	
324	<i>C. tenax</i>	890	Taillis sur dolomite	200	1,4	0,14	10:1	V	F	V	III	20	3,5	I	11	3,7	1,4:1	N	0	—	—	80	32	VII	80	F	III	6	F	IV	Dents aiguës	
325	"	890	"	250	1,1	0,1	11:1	VII	F	I	III	18	3,5	I	11	2,7	1,6:1	N	0	—	—	60	35	VII	60	F	III	6	F	II	Dents irrégulières	
326	"	1750	Pâturages alpins, sol calcaire	50	2,3	0,17	14:1	V	F	III	III	24	3,5	I	18	4,5	1,1:1	N	0	—	—	75	37	VII	75	F	IV	12	N	IV	Grochets appliqués	
327	<i>C. tenuis</i>	2070	Lieux rocheux	60	2,1	0,13	16:1	V	F	IV	II	18	5	I	13	4,5	1,1:1	N	0	—	—	60	50	VII	60	F	III	10	N	IV	Gros crochets espacés	
328	"	450	Rochers calcaires	90	1,9	0,14	14:1	V	F	V	III	18	4,5	II	14	3,2	1,3:1	N	15	30	VII	100	30	VII	115	F	III	8	F	IV	"	
329	"	1100	"	70	1,7	0,13	13:1	V	F	V	III	20	3,2	I	17	3,5	1,2:1	N	1	isolée	—	140	35	VI	140	F	IV	9	N	V	"	
330	"	800	Forêt subalpine rocheuse	40	1,9	0,12	16:1	V	F	V	III	29	3	II	24	3,5	1,2:1	N	0	—	—	50	45	VII	50	F	III	8	N	II	"	
331	<i>C. terlicuscula</i>	550	Marais	650	1,0	0,21	19:1	V	F	V	IV	25	5,7	IV	19	4,5	1,3:1	N	0	—	—	140	35	I	140	F	IV	9	N	V	Dents appliquées	
332	"	1015	Tourbière	230	5,0	0,17	29:1	VIII	N	IV	II	33	4	II	25	3,5	1,3:1	N	0	—	—	100	35	III	100	N	III	12	F	V	Dents aiguës	
333	"	450	Tourbière profonde	200	1,5	0,2	8:1	IV	N	IV	III	21	4	II	14	4	1,5:1	N	0	—	—	160	29	III	160	N	III	8	F	II	Dents obtuses	

N°	NOMS	ORIGINE	FEUILLE							Type de sauto médiane	EPIDERMES								STOMATES					SILLON MÉDIAN			BORDS					
			Altitudes en m.	Nature du sol	Longueur	Largeur	Épaisseur	Rapport de 6:7	Type de coupe		Fixité du caractère	Supérieur				Inférieur				Rapport de 13 à 16	Fixité du rapport 18	Epiderme supérieur		Epiderme inférieur		Total de 20 + 21	Fixité du caractère	Type	Nombre de cellules	Fixité du caractère	Type sur la coupe	Aspect en profil et armature épidermique
												Type	Longueur	Memb. extér.	Type	Longueur	Memb. extér.	Nombre	Longueur			Type	Nombre	Longueur	Type							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
334	<i>C. teretiuscula</i>		Norvège septentrionale	30	2,0	0,33	6:1	IV	-	V	I	24	4,8	I	19	4,5	1,3:1		2	23	III	150	30	III	152	III	10	II	Gros crochets			
335	<i>C. tomentosa</i>	450	Bois frais	100	3,0	0,23	13:1	VIII	-	V	II	24	6,8	V	17	4,5	1,4:1		0			90	35	I	90	III	20	V	Denticules écartées			
336	"	400	Fossés	90	2,2	0,12	19:1	VII	-	III	II	24	2,5	V	18	2,3	1,3:1		0			85	37	II	85	III	12	V	Denticules irrégulières			
337	"	500	Prairies	80	2,5	0,14	16:1	VII	F	I	II	20	3,5	V	14	2,6	1,4:1		0			80	39	II	80	III	16	F	V	Pointes irrégulières		
338	"	170	"	50	2,3	0,13	18:1	VII	-	I	II	24	4,5	V	20	4,2	1,2:1		0			75	37	I	75	III	10	I	Crochets appliqués			
339	<i>C. astulata</i>	2350	Endroits rocheux	80	3,3	0,19	17:1	VII	-	III	II	20	4	IV	20	2,7	1,5:1		0			115	35	IV	115	III	8	V	Grênelé			
340	"	2200	Bords granitiques d'un torrent	50	2,9	0,16	18:1	VII	-	IV	III	24	5	IV	14	4	1,7:1		0			130	35	IV	130	III	10	F	V	"		
341	"	2300	Pâturage rocailleux	70	3,1	0,16	19:1	VII	-	II	II	25	4	III	18	3,8	1,4:1	N	0			120	36	IV	120	III	8	V	"	"		
342	"	650	63° latitude nord	60	4,7	0,21	23:1	VII	-	II	I	27	4,5	III	25	3,5	1,4:1		0			90	35	IV	90	III	10	V	"	"		
343	<i>C. VahlII</i>	2100	Sources dans des éboulis granit.	60	3,0	0,17	18:1	VII	-	I	I	23	4,5	II	18	4,5	1,3:1		0			105	35	VII	105	I	7	V	Grosses dents irrégul.			
344	"	2000	"	100	3,5	0,23	15:1	VII	F	III	I	20	4,5	II	19	3,5	1,4:1	N	0			135	26	VII	135	F	I	12	N	V		
345	"	1000	Norvège centrale	70	2,6	0,12	22:1	VII	-	IV	II	18	2,5	II	18	2,5	1,4:1		0			115	32	VII	115	III	12	V	Rares crochets			
346	<i>C. verna</i>	495	Endroits secs	100	3,2	0,23	14:1	VII	-	I	III	20	5	I	23	4,5	0,9:1		0			130	25	VII	130	III	8	II	Grosses dents obtuses			
347	"	430	"	80	3,5	0,21	17:1	VII	-	II	III	24	4,8	I	19	5	1,3:1	N	0			110	35	VII	110	II	8	I	Sinué et pointes appliq.			
348	"	550	Coteaux secs	130	3,6	0,23	16:1	VII	F	I	III	23	5,5	I	16	4,5	1,4:1		0			150	32	VII	150	II	8	N	IV	"		
349	"		Contrée basse	10	2,7	0,11	25:1	VII	-	V	I	20	3,5	II	16	2,5	1,3:1		0			140	30	VII	140	III	10	IV	"	"		
350	<i>C. vesicaria</i>	525	Marais	200	4,0	0,26	15:1	VIII	-	III	I	20	4,5	I	14	4,2	1,5:1	I	57	VII	145	35	VII	146	III	10	V	Dents appliquées				
351	"	500	Fossés	250	4,0	0,30	13:1	IX	-	I	I	25	3,5	I	15	4,5	1,7:1	N	1	35	VII	35	27	VII	36	IV	12	N	I	Lisse		
352	"	535	Bord du lac	200	6,0	0,33	18:1	IX	-	III	II	24	3,8	I	17	4,5	1,4:1	N	1	40	VII	150	35	VII	151	III	8	N	IV	Fines pointes appliquées		
353	"		Climat excessif	60	4,0	0,34	12:1	VIII	-	I	I	16	3,5	I	14	2,5	1,1:1	I	écarté	100	35	VII	100	IV	10	IV	"	"	"	"		
354	<i>C. virens</i>	1600	Prairies fraîches	200	2,6	0,13	20:1	VII	-	IV	I	20	2,7	I	17	3	1,2:1		0			130	32	VII	130	III	8	V	Grênelé et grosses pointes appliquées			
355	"	550	Prairies	250	2,1	0,13	16:1	VII	-	I	II	20	3	I	14	3,5	1,4:1		0			140	35	VII	140	III	10	IV	"	"		
356	"	500	Haies	200	3,0	0,13	23:1	VII	F	IV	I	24	4,3	I	15	3,5	1,6:1	F	0			130	30	VII	130	III	7	I	Grênelé à triple			
357	"	180	Forêt	160	4,3	0,23	19:1	VII	-	IV	I	24	3,2	I	18	3,5	1,3:1		0			150	27	VII	150	II	8	V	"	"		
358	<i>C. vulpina</i>	525	Marais	200	4,6	0,26	18:1	VIII	-	III	II	24	4,8	II	18	3,5	1,2:1		0			180	35	VII	180	I	12	V	Dents obtuses, irrégul.			
359	"	510	Lieux humides	150	5,6	0,17	33:1	IX	-	I	I	25	4,3	I	25	4	1:1	N	0			70	30	VII	70	IV	8	N	V	"		
360	"	1	Bord d'une source	125	4,7	0,24	20:1	IX	-	R	I	31	4,5	I	20	2,5	1,6:1		0			160	35	VII	160	III	8	N	V	Grênelé		
361	<i>v. nemorosa</i>	110	Forêt ombreuse	70	6,3	0,24	26:1	VIII	-	III	I	28	4,5	I	20	4,5	1,4:1		0			130	32	VII	130	IV	13	V	"	"		
362	<i>C. xanthocarpa</i>	525	Marais	90	3,1	0,30	10:1	V	-	I	I	25	5	I	13	5	1,0:1		0			220	23	VII	220	IV	12	II	Lisse			
363	"	750	"	100	4,0	0,26	15:1	VIII	N	I	I	20	4,5	I	13	2,5	1,5:1	N	0			140	25	VII	140	IV	12	N	III	"		
364	"	350	Prairie marécageuse	55	3,1	0,20	16:1	V	-	IV	I	20	4,5	I	18	3,5	1,4:1		0			220	36	VII	220	III	8	V	"	"		
365	<i>C. ZahnII</i>	2160	Au bord du lac des Morts	120	2,9	0,20	15:1	VIII	-	I	IV	24	5,7	V	20	4,5	1,2:1	F	0			135	37	I	135	III	8	N	V	Grosses dents écartées, espacées		
366	"	2160	"	200	2,3	0,20	12:1	VII	-	IV	III	27	5,5	V	20	3,5	1,4:1		0			200	37	I	200	II	8	"	"	"		

CHAPITRE III

MÉSOPHYLLE ET AÉRENCHYME ¹

1. Le Mésophylle.

L'étude de cette partie du limbe doit se faire si possible sur des plantes fraîches ou n'étant en herbier que depuis un temps relativement court, car les échantillons secs d'un certain âge ne fournissent souvent que des coupes où la masse cellulaire interne a perdu toute trace de structure régulière, et dont l'étude histologique est devenue impossible. Comme d'habitude, le matériel vivant manque, les caractères que l'on pourrait tirer de la structure du mésophylle perdent leur valeur et, en conséquence, nous les avons laissé de côté pour établir une diagnose finale.

Au point de vue anatomique, il ressort tout d'abord que le mésophylle ou parenchyme vert est toujours homogène, sans tissu spongieux. Il n'y existe jamais de méats intercellulaires, sauf l'exception relatée sous les chambres stomatiques de quelques espèces.

Par contre, la forme des dites cellules est assez variable suivant leur situation. Celles qui touchent directement à l'épiderme sont souvent allongées en palissades (Pl. V, 2); celles qui bordent les faisceaux conducteurs sont irrégulières, aplaties sur les côtés des faisceaux, tandis qu'aux deux pôles, si le sclérenchyme n'y met pas d'empêchement, elles repren-

¹ Le terme d'aérenchyme est employé ici dans le sens général des auteurs français pour l'ensemble de l'appareil aérifère interne.

nent un aspect palissadique rayonnant (Pl. V, 3). Une forme caractéristique de cellules vertes est celle des éléments mésophylliens qui sous-limitent les chambres stomatiques : elles sont allongées, courbées en galoche (Pl. III, 12, 14, 24; Pl. IV, 2, 4).

Enfin, les modifications les plus importantes du parenchyme foliaire se rencontrent dans l'aérenchyme, le parenchyme incolore conducteur et le sclérenchyme.

Pour la commodité des explications, nous traiterons du sclérenchyme dans le chapitre suivant.

Quant au parenchyme incolore, nous en dirons dès maintenant quelques mots.

Dans la majorité des cas, il se borne à former sur les côtés des faisceaux une enveloppe incomplète de grosses cellules encastées dans les arcs scléreux et mettant en communication le mésophylle avec le faisceau cribro-vasculaire (Pl. IV, 1, 2 et 3). Ces cellules sont peu nombreuses, le plus souvent quatre de chaque côté (v. aussi Pl. IV, 17), leurs parois sont minces, elles forment ce que nous appellerons, en traduisant littéralement le terme allemand, la *gaine à amidon*.

Souvent ce parenchyme conducteur n'est limité qu'à la face inférieure par l'arc scléreux et s'étend sur les deux côtés jusqu'à la face supérieure, où il confine à l'épiderme. Dans ce cas il peut arriver que certaines de ses cellules se distinguent par une grandeur inusitée et leur forme arrondie (Pl. IV, fig. 15). Enfin, lorsque l'arc scléreux supérieur ne s'étend pas jusqu'à l'épiderme, il arrive fréquemment que de grosses cellules incolores en prennent la place et continuent ainsi la gaine à hydrates de carbone

(Pl. IV, 7, 11, 16; Pl. V, 2). Souvent les dites cellules présentent une disposition convergente de la face supérieure vers les faisceaux.

La signification de tous ces appareils, l'utilité de la forme et de la disposition des cellules du parenchyme a été mise en lumière par *Huberlandt*, qui a désigné les feuilles des Cypéracées comme étant le type de la structure la plus rationnelle au point de vue de l'assimilation. Nous ne répéterons pas ce qu'il a dit, nous appliquerons ses principes. Le tissu assimilateur est représenté par le parenchyme vert sous-jacent à l'épiderme, le tissu adducteur par les cellules rayonnantes et les grosses cellules incolores, le tissu de dérivation par la gaine à hydrates de carbone et le faisceau lui-même. Au chapitre suivant, nous reverrons tout cela en corrélation anatomique avec la disposition du sclérenchyme.

Si le mésophylle ne saurait en tout cas être choisi histologiquement comme élément de comparaison, il en est autrement de sa répartition d'ensemble, qui se reconnaît facilement chez les exemplaires les moins frais.

Souvent il est réparti également sur les deux faces du limbe, de sorte que sur une coupe transversale, il montre la même largeur des deux côtés, sous chacun des épidermes (Pl. IV, 5 et 10). Dans nombre de cas il n'en est plus de même et son épaisseur est manifestement plus considérable à la face supérieure (Pl. IV, 6) ou à la face inférieure (Pl. IV, 7 et 9).

La proportion de mésophylle contenu dans une feuille varie énormément suivant les espèces, parfois même dans l'espèce, et dépend surtout de l'extension des lacunes aérifères, comme nous le verrons ci-dessous.

2. L'Aérenchyme.

L'aérenchyme est ici représenté surtout par les énormes lacunes aérifères bien connues des feuilles de Cypéracées. Nous ne parlons plus des stomates et dépendances.

Ces larges canaux sont coupés à intervalles irréguliers par des diaphragmes de deux sortes signalés particulièrement par *Duval-Jouve*. Les plus nombreux sont formés d'énormes cellules à parois délicates et sont très facilement détruits; les autres, au contraire, ont des éléments excessivement ténus, serrés, étoilés, formant un feutrage solide pouvant servir de pont aux anastomoses vasculaires. Ces diaphragmes, présentant partout une complète similitude, ne sauraient utilement servir à la classification. Suivant l'indication de Duval-Jouve, il est en effet bien préférable de s'en tenir à des faits plus patents, soit à la *disposition des lacunes par rapport aux faisceaux libéroliqueux*. Généralement, ces appareils alternent et se trouvent ainsi placés les uns *entre* les autres (Pl. I, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15; Pl. IV, 5, 7, 10, 11, 12). D'autres fois, au contraire, les lacunes se trouvent situées *au-dessus* des faisceaux (Pl. I, 4, 17; Pl. IV, 9) ou *au-dessous* de ceux-ci (Pl. I, 3; Pl. IV, 6 et 8). Nous parlerons plus tard de la valeur de ce caractère.

L'étendue occupée par ces lacunes est variable: tantôt elles sont presque nulles (Pl. IV, 12), tantôt elles occupent presque toute la largeur (Pl. IV, 11), ne laissant au mésophylle que la portion congrue.

3. Indications tabellaires.

Nos observations relatives à ce chapitre sont résumées dans la deuxième table sous chiffre 33 à 38. Ces indications doivent être interprétées comme suit :

33. *Disposition du mésophylle :*

E = réparti également sur les deux faces ;

3B = 3 fois plus large à la face inférieure qu'à la face supérieure.

$1\frac{1}{2}$ H = $1\frac{1}{2}$ fois plus large à la face supérieure qu'à la face inférieure.

34. Les chiffres indiqués sous cette rubrique ont peu de valeur, la plupart ne sont justes qu'à 500 ou 1000 près, aussi ne sont-ils là qu'à bien plaisir.

35 et 38, lettres F et N, même signification que précédemment.

36. La fraction indiquée est la proportion de la surface occupée par les lacunes sur une coupe transversale.

37. S'explique de lui-même. Les indications entre parenthèses signifient qu'il y a simple tendance.

CHAPITRE IV

FAISCEAUX CONDUCTEURS ET SCLÉRENCHYME¹

Les faisceaux conducteurs des *Carex* présentent le type général de ceux des Monocotylédones; ils sont fermés, collatéraux. Leur structure n'est donc pas à relever et nous renvoyons à *Strasburger*. Notre planche V donne trois dessins complets destinés à illustrer nos remarques. Le faisceau cribrovasculaire, au sens restreint du mot, ne paraît pas en général fournir des différences anatomiques bien notables. Pour la clarté de ce qui va suivre, nous adoptons les termes allemands de *Leptome* et *Hadrome* inconnus dans la langue française.

a. *Leptome*.

C'est la partie cribrale. On y remarque surtout les cellules annexes en nombre variable, formant parfois un élégant carrelage géométrique. Le leptome paraît généralement plus étroit que le hadrome, parce que les tubes criblés primordiaux se sont épaissis et ont été écrasés contre l'endoderme avec lequel ils se confondent. La coloration double les distingue nettement; ils présentent la réaction de la cellulose, l'endoderme celle du bois. Le leptome, composé d'éléments délicats, est souvent devenu indistinct, malgré son armature externe, et n'a ainsi aucune valeur taxonomique.

¹ Le terme de sclérenchyme est employé ici, suivant l'usage français, dans le sens de tissu de soutien, que les éléments en soient isodiamétraux ou fibreux.

b. Hadrome.

Le hadrome, ou bois composé pour sa grande masse d'éléments lignifiés, a conservé intacts ses éléments et peut en certain cas servir à reconnaître une espèce. Les vaisseaux primaires annelés ou spiralés forment deux séries engrenées dont la régularité a été plus ou moins troublée par la formation d'éléments subséquents. Chez *C. humilis* et ses congénères, les deux séries sont tout à fait nettes, grâce à la forme allongée du faisceau (Pl. V, 1); lorsque ce dernier est devenu large, la symétrie a disparu (Pl. V, 3). Les deux gros vaisseaux symétriques poreux existent toujours, parfois une paroi diagonale les divise en deux.

c. Gaines.

Les faisceaux sont entourés d'une triple enveloppe. De l'intérieur à l'extérieur, nous trouvons l'*endoderme*, la *gaine à hydrates de carbone*, les *arcs scléreux péricycliques* déjà décrits par maints auteurs. Disons seulement que l'endoderme enferme complètement le faisceau, tandis que la gaine à amidon et le sclérenchyme ne forment que des enveloppes partielles s'excluant l'une l'autre.

L'endoderme a des parois fort épaisses, surtout du côté interne, mais au contact du parenchyme conducteur elles deviennent minces et ne sont que peu ou point lignifiées afin de faciliter les échanges osmotiques. Du côté des vaisseaux elles restent toujours épaisses et ligneuses, mais sont percées de nombreux pores qui assurent les communications. Dans un seul

cas, chez un échantillon de *C. pendula*, les parois touchant à la gaine à amidon étaient aussi épaisses et poreuses. Des canalicules identiques unissent les cellules endodermiques entre elles. Vers le sclérenchyme l'endoderme paraît perdre ces perforations ou du moins elles cessent d'être apparentes.

Tout cela a en somme peu d'importance pratique et, pour trouver un élément commode de comparaison, nous avons étudié tout particulièrement les accessoires des faisceaux, soit la *disposition des cordons et arcs péricycliques scléreux*, ainsi que celle du *tissu adducteur incolore*. Ce sont là deux caractères de la plus haute valeur applicative.

Notons en passant que le sclérenchyme accompagne toujours les faisceaux et ne s'en trouve indépendant que dans les cordons destinés à assurer la solidité des bords (Pl. I et II).

En considérant ainsi l'ensemble des faisceaux et de leurs accessoires, nous avons été amené à en distinguer onze types passant l'un dans l'autre par de nombreuses transitions. Nous les avons représentés schématiquement à la planche IV, 43, la gaine à amidon y étant confondue avec le sclérenchyme. Ces divers types se rangent en deux séries, la seconde se distinguant de la première par la présence de parenchyme incolore adducteur.

Nous commençons par la série impaire :

TYPE I. — Le faisceau est relié aux deux épidermes par un cordon scléreux de force variable (Pl. IV, 14, 15, 21, etc., Pl. V, 4). Parfois le cordon supérieur a des éléments délicats marquant le passage au parenchyme incolore et on a le *type I-II* (Pl. I, 6, Pl. IV, 14 et 16).

TYPE III. — L'arc scléreux supérieur n'est plus relié à l'épiderme sous lequel subsiste un cordon. Le remplissage est du mésophylle.

TYPE V. — Le cordon hypodermique supérieur disparaît aussi (Pl. IV, 17 et 18).

TYPE VII. — C'est ici l'inverse, le faisceau n'est plus rattaché qu'à la face supérieure.

TYPE IX. — Le faisceau est isolé dans le mésophylle; il subsiste seulement le cordon hypodermique inférieur.

TYPE XI. — Il n'existe plus que les arcs scléreux péricycliques (Pl. IV, 19 et 20, Pl. V, 3).

La série paire se présente comme suit :

TYPE II. — Rappelle I, mais plus de cordon scléreux supérieur, remplacé par du parenchyme incolore.

TYPE IV. — Le faisceau se détache de la face inférieure, n'y laissant qu'un cordon hypodermique.

TYPE VI. — Le cordon hypodermique supérieur a disparu, mais le faisceau reste uni à la face inférieure.

TYPE VIII. — Du côté inférieur il ne reste plus que l'arc scléreux.

TYPE X. — Les cordons scléreux ont disparu des deux côtés, ne laissant que les arcs péricycliques (Pl. V, 2). En supprimant encore le parenchyme incolore, nous revenons au type XI.

On sait que dans leur marche à travers la feuille les faisceaux se débarrassent d'abord des cordons

scéreux, de sorte qu'un faisceau du type I se retrouvera plus haut comme type V ou VII jusqu'à XI, de même pour la série II. L'important est donc de connaître le point de départ, c'est-à-dire de trouver le faisceau où le sclérenchyme est le plus développé. Chez les feuilles à limbe étroit, les types I et II manquent souvent et on n'y trouve plus que V, IX ou XI, comme l'indiquent nos tabelles. Remarquons en outre que jamais un faisceau d'une série ne passe dans l'autre, de sorte que la série est caractéristique.

La position occupée par les faisceaux est assez constante sur la coupe: ils sont d'habitude centraux ou plus ou moins rapprochés de la face inférieure. Souvent cette asymétrie est fortement accentuée et les faisceaux, surtout les moins importants, sont nettement repoussés vers l'épiderme inférieur (Pl. IV, 11, 12, 16, 18) ou vers l'épiderme supérieur (Pl. IV, 6 et 8). Dans nos tabelles nous n'avons noté ce caractère que lorsqu'il s'agit de faisceaux du type XI, sans relation avec l'épiderme.

Une autre question est celle du *nombre* et de la *répartition* des faisceaux. Un coup d'œil sur nos tabelles montre la variabilité du nombre, ainsi que la fréquente asymétrie de répartition dans chacune des ailes. Le faisceau médian est généralement rejeté dans l'une des ailes. Cette asymétrie doit avoir un but; c'est je crois le suivant pour les feuilles qui se ferment ou s'enroulent: l'aile opposée à la nervure médiane resterait fixe, tandis que l'autre, grâce au puissant sclérenchyme de cette nervure, exécuterait le mouvement en tout ou en grande partie. Ce n'est du reste qu'une supposition dont l'éclaircissement n'aurait pas d'intérêt pour notre travail.

Indications tabellaires.

39. S = symétrique; A = asymétrique. Sont employés suivant que la nervure médiane est dans la saillie médiane ou de côté.

40, 41 et 42. L'aile où se trouve placée la nervure médiane asymétrique est l'aile gauche; dans une feuille symétrique, c'est l'une quelconque des ailes. Les chiffres indiqués dans ces colonnes indiquent le nombre de faisceaux dans chacune des deux ailes, ainsi que leur total.

43-53. Indiquent le nombre de faisceaux de chaque type.

54. Indique la forme des faisceaux cribrovasculaires, sclérenchyme exclu.

55. F et N, même signification que plus haut.

CHAPITRE V

VALEUR APPLICATIVE DES CARACTÈRES ÉTUDIÉS

Les diverses espèces de *Carer* ont sans doute des parents communs et ne doivent leur plus ou moins grande dissemblance qu'à leur adaptation à des conditions variées. Or donc, pour estimer la valeur des caractères anatomiques, nous devons chercher la part qui revient à la filiation et celle qui a pour cause le mode d'existence.

Nous pouvons dores et déjà supposer que nos résultats doivent concorder avec ceux de la morphologie, car il faut admettre *a priori* que si des espèces ont extérieurement varié dans le même sens, grâce à un genre de vie identique, le même effet doit s'être manifesté dans la structure anatomique. Les relations de parenté doivent se manifester de semblable manière.

Afin d'avoir une base solide, nous commencerons par chercher la relation existant entre les localités et la structure des divers organes. Pour cela, il y a deux voies à suivre. La première est de choisir une ou quelques espèces ubiquistes et de voir si les différences de substrats y provoquent des divergences anatomiques. La seconde consiste à considérer en bloc toutes les espèces étudiées, à les classer d'après leurs localités, puis à rechercher les caractères internes de chacun des groupes pour en tirer une diagnose générale. C'est ce second procédé que nous avons préféré, car il nous permet d'opérer sur un plus grand nombre d'échantillons, de sorte que les résultats sont plus probants.

TABLELLE RELATIVE AU

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			Symétrie	FA						
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37		Nombre						
								Droite	Gauche	Total	I	II	III	IV
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1	1 1/4 B	4800		2/3	Entre les faisceaux		S	12	12	24	21	—	—	—
2	»	6400	F	1/3	»	F	A	8	9	17	17	—	—	—
3	»	7500		7/10	»		S	19	21	40	—	19	—	—
4	»	?		9/10	»		A	10	10	20	16	—	—	—
5	2 B	4000		1/2	»		A	20	18	38	19	—	—	—
6	2 B	5200		1/2	»		A	24	23	47	36	—	2	—
7	3 B	?	F	3/4	»	F	A	7	7	14	6	2	—	—
8	4 B	?		9/10	»		A	17	16	33	33	—	—	—
9	4 B	?		9/10	»		A	7	8	15	15	—	—	—
10	1 1/4 H	7800		1/5	»		A	2	2	4	—	—	—	—
11	E	4500	F	2/5	»	F	A	2	3	5	—	—	—	—
12	»	5800		1/3	»		A	2	3	5	—	—	—	—
13	»	7000		1/3	»		A	1	2	3	—	—	—	—
14	»	?		2/3	»		A	11	13	24	13	—	—	—
15	»	?		1/2	»		A	9	12	21	8	—	—	—
16	»	4200	F	2/5	»	F	A	12	11	23	12	—	—	—
17	»	?		1/5	»		A	12	13	25	12	—	—	—
18	1 1/2 B	3500		1/2	»		A	9	9	18	9	—	—	—
19	»	3800		1/2	»		A	9	9	18	6	—	—	—
20	1 1/4 B	?	F	1/5	»	F	A	11	11	22	10	—	—	—
21	E	?		3/4	»		A	19	19	38	20	—	—	—
22	1 1/2 B	5800		1/2	»		A	15	16	31	14	—	—	—
23	E	?		1/3	»		A	6	6	12	2	—	—	—
24	»	3500	F	1/4	»	F	A	6	5	11	2	—	—	—
25	»	3500		1/4	»		S	7	7	14	2	—	—	—
26	»	?		1/3	»		A	5	5	10	2	—	—	—
27	»	4000		2/5	Sous et entre faisceaux		A	8	5	13	4	—	—	—
28	»	4000		1/2	»		A	6	8	14	2	—	—	—
29	»	4800	F	1/4	Entre et sous faisceaux	F	A	8	9	17	8	—	—	—
30	»	?		2/5	»		S	7	7	14	6	—	—	—
31	1 1/3 H	3500		1/2	Entre les faisceaux		S	9	9	18	10	—	—	—
32	»	7500	F	2/5	»	F	S	8	9	17	5	—	—	—
33	»	?		2/5	»		A	6	7	13	2	—	—	—
34	»	10000		1/3	»		S	9	7	16	2	—	—	—
35	E	?		1/20	»		A	12	13	25	24	—	—	—
36	»	5100	F	1/3	»	F	A	5	6	11	9	—	—	—
37	»	5800		1/2	»		A	9	9	18	14	—	—	—
38	»	5500		1/2	»		S	9	9	18	8	—	—	—
39	»	11000		1/3	»		A	7	7	14	12	—	—	—

AUX LIBEROLIGNEUX

PES

VI VII VIII IX X XI

48 49 50 51 52 53

FORME

54

Fixité du caractère

55

OBSERVATIONS DIVERSES

56

2	—	—	1	—	—	Elliptiques moyens
—	—	—	—	—	—	» »
19	2	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	4	—	» »
—	5	7	—	—	7	Elliptiq. très allongés
—	5	—	—	—	4	Elliptiques allongés
6	—	—	—	—	—	» très allongés
—	—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	—	2	Presque circulaires
—	—	—	—	—	3	» »
—	—	—	—	—	3	» »
—	—	—	—	—	3	» »
3	—	—	—	—	6	Ovales, moyens
4	—	—	—	—	5	» »
—	—	—	—	—	5	» »
—	—	—	—	—	7	» »
1	—	—	—	—	4	Elliptiques allongés
—	—	—	—	—	7	» »
—	—	—	—	—	10	» »
—	—	—	—	—	16	» »
—	—	—	—	—	15	» moyens
—	—	—	—	—	10	» allongés
—	—	—	—	—	8	» »
—	—	—	—	—	10	» »
—	—	—	—	—	6	» »
—	—	—	—	—	8	» très larges
—	—	—	—	—	8	» »
—	—	—	—	—	8	» »
—	—	—	—	—	6	» »
—	—	—	—	—	4	» larges
—	—	—	—	—	7	» »
—	—	—	—	—	5	» »
—	—	—	—	—	10	» »
1	—	—	—	—	—	» moyens
—	—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	—	2	» »
—	—	—	—	—	3	» »
—	—	—	—	—	—	» »

N

F

F

F

F

F

F

F

F

Les tissus aérifères ont une légère tendance à passer au-dessus des faisceaux libéroligneux.

Les cordons scléreux sont plutôt minces, surtout à la face supérieure.

Les cordons scléreux sont larges dans la plupart des échantillons.

Les petits faisceaux libéroligneux sont presque circulaires.

Id.

Les petits faisceaux sont repoussés vers la face supérieure.

Les lacunes aérifères ont une légère tendance à passer sur les faisceaux.

Les cordons scléreux se font remarquer par leur très grande largeur.

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE				TISSU AÉRIFÈRE		FAISCEAUX								
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37	Symétrie	Nombre				I	II	III	IV
								Droite	Gauche	Total					
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
40	E	4500		$\frac{1}{2}$	Entre et sur faisceaux	A	A	8	8	16	14				
41	$1\frac{1}{2}$ H	?	F	$\frac{1}{4}$	Entre les faisceaux	N	S	5	5	10	8	—	—	—	
42	$1\frac{1}{2}$ B	5500		$\frac{1}{2}$	»		S	7	9	16	4	3	—	—	
43	E	5800		$\frac{1}{2}$	»		A	7	9	16	6	—	—	—	
44	»	4500	F	$\frac{2}{3}$	»	F	A	8	6	14	7	—	—	—	
45	»	?		$\frac{2}{3}$	»		A	9	9	18	8	—	—	—	
46	»	5200		$\frac{3}{4}$	»		S	8	8	16	8	—	—	—	
47	E	5800		$\frac{1}{3}$	»		A	7	6	13	2	—	—	—	
48	»	5800	F	$\frac{1}{4}$	»	F	A	7	6	13	2	—	—	—	
49	»	?		$\frac{1}{20}$	»		A	5	6	11	2	—	—	—	
50	$1\frac{1}{2}$ H	4500		$\frac{1}{5}$	»		A	3	4	7	2	—	—	—	
51	$1\frac{1}{3}$ H	?		$\frac{1}{5}$	»		A	9	8	17	8	—	—	—	
52	»	4500		$\frac{1}{3}$	»	F	A	7	7	14	10	—	2	—	
53	$1\frac{1}{2}$ H	4300	F	$\frac{1}{3}$	»		A	8	7	15	—	5	—	—	
54	»	4900		$\frac{1}{2}$	»		A	4	5	9	—	—	—	—	
55	2 B	3850		$\frac{3}{5}$	»		S	13	13	26	16	—	1	—	
56	E	4500	N	$\frac{2}{5}$	»	F	S	8	9	17	14	—	—	—	
57	2 H	3500		$\frac{1}{3}$	»		A	8	8	16	12	—	—	—	
58	E	5800		$\frac{1}{3}$	»		S	8	8	16	6	—	—	—	
59	»	3900	F	$\frac{1}{3}$	»	F	S	7	8	15	5	—	—	—	
60	»	?		$\frac{1}{3}$	»		A	7	8	15	6	—	—	—	
61	»	?		$\frac{1}{3}$	»		A	6	7	13	4	—	—	—	
62	5 B	3200		$\frac{2}{3}$	Sur les faisceaux		A	5	5	10	—	—	—	—	
63	2 B	2600		$\frac{1}{10}$	Sur et entre faisceaux		A	2	3	5	—	—	—	—	
64	5 B	3800	F	$\frac{1}{2}$	Sur les faisceaux	N	A	5	4	9	—	—	—	—	
65	$1\frac{1}{2}$ B	4500		$\frac{1}{4}$	Sur et entre faisceaux		A	5	5	10	2	—	—	—	
66	5 B	5800		$\frac{2}{3}$	Sur les faisceaux		A	4	4	8	—	—	—	—	
67	E	?	F	$\frac{1}{3}$	Entre les faisceaux	F	A	7	7	14	6	—	—	—	
68	»	?		$\frac{1}{2}$	»		A	7	7	14	4	—	—	—	
69	3 B	5800		$\frac{2}{5}$	Sur et entre faisceaux		A	3	3	6	—	—	—	—	
70	$1\frac{1}{2}$ B	6000		$\frac{1}{3}$	»		A	4	4	8	—	—	—	—	
71	2 B	4800	F	$\frac{2}{5}$	»	F	A	4	6	10	—	—	—	—	
72	4 B	5800		$\frac{2}{5}$	»		A	3	3	6	—	—	—	—	
73	3 B	5800		$\frac{1}{2}$	»		A	3	3	6	—	—	—	—	
74	4 H	5800		$\frac{1}{3}$	Sous les faisceaux		A	5	5	10	2	—	—	—	
75	»	4500	F	$\frac{1}{2}$	»	F	A	5	5	10	2	—	—	—	
76	»	5500		$\frac{1}{2}$	»		A	5	6	11	6	—	—	—	
77	»	5800		$\frac{2}{3}$	»		S	9	9	18	6	—	—	—	
78	E	7500		$\frac{1}{4}$	Entre les faisceaux		A	5	4	9	2	—	—	—	
79	$1\frac{1}{4}$ B	4300	F	$\frac{1}{2}$	Entre et sur faisceaux	F	A	2	3	5	—	—	—	—	
80	»	4000		$\frac{2}{3}$	»		A	3	3	6	—	—	—	—	
81	»	5800		$\frac{1}{2}$	»		A	3	3	6	—	—	—	—	

AUX LIBÉROLIGNEUX

PES

						FORME	Fixité du caractère	OBSERVATIONS DIVERSES
I	VII	VIII	IX	X	XI			
48	49	50	51	52	53	54	55	56
—	—	—	—	—	3	Elliptiques moyens		Les cordons scléreux sont de largeur variable. Dans l'échant. 42 les faisceaux I sont presque I II.
—	—	—	—	—	2	» »	F	
—	—	—	—	—	3	» »		
—	—	—	—	—	5	Elliptiques très larges		Les cordons scléreux très larges à la face inférieure sont étranglés à la face supérieure.
—	—	—	—	—	4	» »	F	
—	—	—	—	—	2	» »		
—	—	—	—	—		» »		
—	—	—	—	—	8	Elliptiques moyens		Cet étranglement est ici encore plus marqué.
—	—	—	—	—	6	» »	F	
—	—	—	—	—	9	» »		
—	—	—	—	—	5	» »		
—	—	—	—	—	4	Elliptiques allongés		Les faisceaux I avec leurs cordons scléreux très allongés pourraient presque aussi bien être considérés comme I-II.
—	—	—	—	—	2	» »	N	
—	—	—	—	—	7	Elliptiques moyens		
—	—	—	—	—	5	» »		Les faisceaux libéroligneux sont identiques à ceux de <i>Carex flacca</i> .
3	—	—	—	—	3	Elliptiques allongés	F	
—	—	—	—	—	1	» »		Les cordons scléreux supérieurs présentent un étranglement très marqué.
—	—	—	—	—	2	» »	F	
—	—	—	—	—	6	Elliptiques larges		
—	—	—	—	—	9	» »	F	
—	—	—	—	—	5	» »		
—	—	—	—	—	7	» »		
—	—	6	—	—	4	Elliptiques moyens		Cette espèce se reconnaît surtout à la présence de faisceaux du type IX qui souvent prédominent.
—	—	2	—	—	3	Elliptiques larges	F	
—	—	6	—	—	3	Presque circulaires		
—	—	—	—	—	6	Elliptiques		
—	—	2	—	—	5	Elliptiques très larges		
—	—	—	—	—	8	» »	F	
—	—	—	—	—	8	» »		
—	—	—	—	—	6	Elliptiques moyens		A part le faisceau médian, tous sont du type XI, ce qui est très caractéristique.
—	—	—	—	—	8	» »	F	
—	—	—	—	—	10	» »		
—	—	—	—	—	6	» »		
—	—	—	—	—	6	» »		
1	—	—	—	—	7	Elliptiques allongés		Les petits faisceaux sont fortement repoussés à la face supérieure, presque jusqu'à en toucher l'épiderme.
2	—	—	—	—	6	» »	F	
2	—	—	—	—	3	» »		
—	—	—	—	—	12	» »		
—	—	—	—	—	3	» »		
—	—	—	—	—	5	Elliptiques moyens	F	Les faisceaux sont tous du type XI, comme chez <i>C. Davallii</i> .
—	—	—	—	—	6	» »		
—	—	—	—	—	6	» »		

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			F								
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 35	Symétrie	Nombre							
								Droite	Gauche	Total	I	II	III	IV	
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
82	1 ¹ / ₂ B	5800		1/2	Entre les faisceaux		A	10	11	21	18				
83	"	4800		3/4	"		A	6	5	11	6				
84	1 ¹ / ₂ B	5000	F	1/2	"	F	A	8	7	15	11				
85	1 ¹ / ₂ B	4000		1/5	"		A	9	10	19	6				
86	E _{1/2}	3500		1/3	"		S	9	8	17	9				
87	1 ¹ / ₂ B	4000		1/4	"		A	8	9	17	6				
88	"	4000	F	1/3	"	F	S	9	10	19	11				
89	"	4000		1/4	"		A	11	10	21	8				
90	1 ¹ / ₂ B	?		1/3	"		A	5	6	11	5				
91	E	7000		1/4	"		S	6	6	12	3				
92	"	?		1/2	"		S	8	8	16	6				
93	1 ¹ / ₂ B	4000	N	1/3	"	F	A	6	6	12	2				
94	E	5800		1/3	"		A	7	7	14	3				
95	1 ¹ / ₂ B	4500		1/2	"		A	6	5	11	2				
96	E _{1/2}	?		1/2	"		S	9	9	18	6				
97	"	?	F	2/3	"	F	S	7	7	14	8				
98	"	?		1/2	"		S	7	7	14	8				
99	"	?		1/5	"		S	9	9	18	7				
100	1 ¹ / ₂ H	5400		1/4	Entre et sous faisceaux		A	8	8	16	6				
101	"	5000		1/4	"		A	8	9	17	9				
102	2 H	5500		1/3	Entre les faisceaux	N	S	5	5	10	6				
103	E	5800	F	1/3	"		A	8	10	18	6				
104	1 ¹ / ₂ H	5000		1/4	Entre et sous faisceaux		A	7	7	14	6				
105	"	4500		1/5	"		S	9	8	17	10				
106	3 B	4900		1/2	Entre les faisceaux		S	8	9	17	—	6			
107	E	3800		1/4	"		S	8	7	15	8				
108	"	4000		1/4	"		S	7	7	14	5				
109	"	?	F	1/4	"	F	A	7	6	13	6				
110	"	4000		1/3	"		S	5	6	11	7				
111	3 B	5800		1/3	"		A	6	6	12	10				
112	"	5800		1/5	"		A	6	6	12	10				
113	"	4600	F	1/3	"	F	A	7	7	14	12				
114	"	7500		1/5	Entre et sur faisceaux		A	5	7	12	6				
115	2 B	5500		1/2	Entre les faisceaux		S	9	9	18	9				
116	4 ¹ / ₂ B	5600	F	1/2	"	F	A	9	9	18	10				
117	1 ¹ / ₂ H	5000		1/5	"		A	5	5	10	5				
118	"	4000		1/2	"		S	6	5	11	7				
119	"	7000	F	1/2	"	F	A	9	8	17	8				
120	"	7000		1/4	"		A	6	7	13	6				
121	E	7800		1/3	"		S	8	8	16	14				
122	"	7200		1/5	"		A	8	9	17	16				
123	"	5800	F	2/5	"	F	S	9	10	19	19				

AUX LIBÉROLIGNEUX

FES

I VII VIII IX X XI

8 49 50 51 52 53

FORME

54

Fixité du caractère

55

OBSERVATIONS DIVERSES

56

					2	Elliptiques allongés		F	Les cordons scléreux supérieurs sont très allongés.
					3	» »			
						» »			
					9	» »			
					6	Elliptiques larges		F	
					7	» »			
					6	Elliptiques très larges			
					10	» »			
					5	Elliptiques moyens		F	
					8	» »			
					8	» »			
					7	» »			
					8	» »		F	
					5	» »			
					7	Elliptiques larges			
					3	» »			
1					4	» »		F	
					5	» »			
					8	Elliptiq. très allongés			
					7	» »			
3					1	Elliptiques allongés		F	Les cordons scléreux sont très allongés sur les deux faces, de telle sorte que les faisceaux cribro-vasculaires se trouvent au centre de l'épaisseur du limbe.
					11	Elliptiques moyens			
					7	Elliptiq. très allongés			
					4	» »			
4					2	Elliptiques larges		F	Se rapproche surtout de <i>C. paniculata</i> .
3					4	Elliptiques moyens			
					6	Elliptiques larges			
					7	Elliptiques moyens			
2					2	» »		F	Seule espèce suisse dont les feuilles sétiformes ont des faisceaux du type I-II.
					2	Elliptiques allongés			
					2	» »			
					2	» »			
					5	» »		F	Les cordons scléreux sont très larges, presque aussi allongés à la face supér. qu'à la face infér. Les faisc. des divers types sont absolument caractérisés par les grosses cellules circul. incolores qui les bordent des deux côtés.
					6	» »			
					4	Elliptiques moyens			
					3	» »			
					9	» »		F	
					7	» »			
					2	» »			
					1	» »			
						» »		F	

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			Symétrie	Nombre				FA			
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37		Droite	Gauche	Total	I	II	III	IV	
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
124	E	5500		1/4	Entre les faisceaux		A	8	9	17	14	—	—	—	
125	"	7800		1/3	"		A	10	10	20	14	—	—	—	
126	E	?		1/3	"		S	8	8	16	8	—	—	—	
127	"	6000		1/2	"		A	8	7	15	5	—	—	—	
128	"	4500	F	1/2	"	F	A	5	5	10	3	—	4	—	
129	"	3500		1/3	"		A	5	5	10	2	—	—	—	
130	1 1/4 B	5800		1/2	"		A	7	7	14	4	—	—	—	
131	"	6500	F	2/3	"	F	A	7	7	14	7	—	2	—	
132	"	8000		1/4	"		A	7	7	14	—	—	2	—	
133	"	5800	F	1/3	"	F	A	8	8	16	6	—	—	—	
134	2 B	5500		1/4	"		A	6	6	12	—	—	3	—	
135	E	4000		1/4	"		A	8	9	17	6	—	—	—	
136	"	4000		1/3	"		A	8	9	17	6	—	—	—	
137	"	4000	F	1/4	"	F	A	9	9	18	5	—	—	—	
138	"	?		1/4	"		A	7	7	14	2	—	—	—	
139	"	?		1/3	"		A	8	8	16	6	—	—	—	
140	"	4350		1/2	"		A	7	8	15	2	—	—	—	
141	E	3800		1/3	"		A	10	10	20	8	—	—	—	
142	"	3200		1/4	"		A	6	6	12	6	—	—	—	
143	"	?	F	1/4	"	F	A	8	9	17	4	—	—	—	
144	"	3500		1/4	"		A	6	6	12	2	—	—	—	
145	1 1/2 B	?	N	1/3	"	N	A	3	3	6	—	—	—	—	
146	E	7500		1/3	Entre et sur faisceaux		A	5	5	10	—	—	—	—	
147	1 1/4 B	5500		1/4	Entre les faisceaux		A	7	7	14	6	—	5	—	
148	"	7500		2/3	"		A	9	8	17	8	—	—	—	
149	"	5800		1/4	"		A	7	8	15	14	—	—	—	
150	1 3/4 B	?	F	1/4	"	F	S	7	8	15	12	—	1	—	
151	2 B	5800		1/3	"		A	8	8	16	12	—	—	—	
152	1 1/3 B	?		1/3	"		A	7	7	14	13	—	—	—	
153	1 1/2 B	4500		1/2	"		A	8	8	16	14	—	—	—	
154	1 1/4 B	?		1/6	"		A	7	7	14	14	—	—	—	
155	3 1/2 H	4500		2/5	"		A	5	5	10	8	—	—	—	
156	"	?		1/3	"		A	5	5	10	8	—	—	—	
157	4 H	5800	F	1/3	"	F	A	5	5	10	8	—	—	—	
158	3 H	8000		1/3	"		A	4	5	9	6	—	—	—	
159	4 H	5800		1/4	"		A	6	5	11	9	—	—	—	
160	1 1/2 B	7500		1/2	"		A	4	5	9	6	—	—	—	
161	2 B	8000		1/3	"		A	8	6	14	2	—	—	—	
162	2 B	5000	F	1/2	"	F	S	7	6	13	5	—	—	—	
163	1 1/2 B	5800		1/2	"		S	5	5	10	2	—	—	—	
164	E	5500		1/3	"		S	9	9	18	4	2	—	—	
165	3 B	5500	N	1/3	"	F	A	6	7	13	2	—	—	—	

NOM						FORME	Fixité du caractère	OBSERVATIONS DIVERSES
I	VII	VIII	IX	X	XI			
8	49	50	51	52	53	54	55	56
—	—	—	—	—	—	Elliptiques moyens	—	Les petits faisceaux sont repoussés vers la face inférieure.
—	—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	—	2	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	—	2	» »	F	
—	—	—	—	—	2	» »	—	
—	—	—	—	—	4	» »	—	
—	—	—	—	—	1	Elliptiques très allong.	F	
—	—	—	—	—	3	» »	—	
—	—	—	—	—	2	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	—	2	» »	N	
—	—	—	—	—	4	Elliptiques moyens	—	Les cordons scléreux des faisceaux sont en général larges sur les deux faces et la gaine de parenchyme conducteur les entoure complètement.
2	—	—	—	—	9	Elliptiques allongés	—	
2	—	—	—	—	9	» »	—	
1	—	—	—	—	12	» »	F	
—	—	—	—	—	10	» »	—	
—	—	—	—	—	10	Elliptiques larges	—	
—	—	—	—	—	11	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	—	7	» »	—	
—	—	—	—	—	4	» »	F	
—	—	—	—	—	8	» »	—	
—	—	—	—	—	6	» »	—	Les cordons scléreux des faisceaux sont en général larges sur les deux faces et la gaine de parenchyme conducteur les entoure complètement.
—	—	—	—	—	4	Elliptiques moyens	F	
—	—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	—	1	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	—	1	» »	F	
—	—	—	—	—	2	Elliptiques moyens	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	Les cordons scléreux sont très larges des deux côtés des faisceaux.
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	F	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	—	» »	—	
1	—	—	—	—	—	» »	—	
—	—	—	—	—	2	Elliptiques larges	—	
—	—	—	—	—	4	» »	F	A la face inférieure, l'épiderme porte des soies barbelées isolées ou par touffes, atteignant une longueur de 0 ^{mm} ,7.
2	—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	—	4	» »	—	
2	—	—	—	—	—	» »	F	
—	—	—	—	—	3	2	» »	F

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE											
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37	Symétrie	Nombre				I	II	III	IV
								Drôle	Gauche	Total					
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
166	3 B	?		2 3	Entre les faisceaux		S	8	8	16	—	8	—	—	—
167	E	5000		1 4	" "		S	7	7	14	—	41	—	—	—
168	2 B	?		1 4	Entre (et sous) faisce.		A	7	6	13	7	—	—	—	—
169	"	2500		2 3	Entre les faisceaux		A	14	12	26	—	10	—	—	—
170	E	4500	N	2 3	" "	F	A	10	9	19	—	17	—	—	—
171	1 1/2 B	5800		1 4	" "		S	10	11	21	—	43	—	—	—
172	"	4000		1 5	" "		A	3	4	7	—	—	—	—	—
173	4 H	4800		2 3	Entre et sous faisceaux		A	2	3	5	1	—	—	—	—
174	3 H	5800		2 3	" "		A	5	5	10	4	—	—	—	—
175	4 H	4500	F	1 4	" "	F	A	2	3	5	1	—	—	—	—
176	3 H	5800		4 5	Entre (et sous) faisce.		A	2	2	4	—	—	—	—	—
177	5 B	?		1 5	Entre (et sur) faisce.		A	4	4	8	—	—	—	—	—
178	"	6450		1 5	" "		S	3	3	6	—	—	—	—	—
179	"	5850	F	2 3	" "	F	S	5	5	10	—	—	—	—	—
180	"	?		1 2	" "		A	5	5	10	—	—	—	—	—
181	1 1/2 H	7500		1 4	Entre les faisceaux		A	6	7	13	3	—	—	—	—
182	"	6000		1 4	" "		A	7	8	15	10	—	—	—	—
183	2 H	7200	F	1 4	" "	N	A	8	8	16	7	—	—	—	—
184	1 1/2 B	9000		1 2	" "		A	9	8	17	15	—	—	—	—
185	E	?		1 4	" "		S	9	9	18	8	—	—	—	—
186	"	3500	F	1 3	" "	F	S	5	6	11	6	—	—	—	—
187	1 1/2 H	7200		2 5	" "		S	5	4	9	—	—	—	—	—
188	"	?	F	1 3	" "		A	4	4	8	2	—	—	—	—
189	"	2300	F	1 3	" "	F	A	5	5	10	2	—	—	—	—
190	"	?		1 3	" "		A	6	6	12	4	—	—	—	—
191	E	6000		1 2	" "		S	8	9	17	6	—	—	—	—
192	"	7000		1 2	" "		S	8	9	17	6	—	—	—	—
193	5 H	6000	N	1 3	Sous les faisceaux	N	A	7	8	15	6	—	—	—	—
194	3 B	5800		1 3	Entre les faisceaux		A	7	9	16	3	—	—	—	—
195	1 1/2 H	?		1 6	" "		A	6	7	13	6	—	—	—	—
196	"	5800		1 1	" "		A	6	5	11	11	—	—	—	—
197	3 B	7500	F	2 3	" "	N	A	6	6	12	—	11	—	—	—
198	"	?		3 5	" "		A	6	7	13	—	12	—	—	—
199	2 B	5700		1 2	Sur les faisceaux		S	3	3	6	—	—	—	—	—
200	"	?		2 5	Entre (et sur) faisce.		A	5	6	11	2	—	—	—	—
201	"	5800	F	2 3	Sur les faisceaux	F	A	4	3	7	—	—	—	—	—
202	"	?		1 2	" "		A	3	4	7	—	—	—	—	—
203	E	4800		1 3	Entre les faisceaux		A	8	9	17	6	—	—	—	—
204	"	5000	F	1 3	" "	F	A	8	5	13	6	—	—	—	—
205	"	?		1 3	" "		A	6	6	12	5	—	—	—	—
206	3 H	7500		1 4	" "		A	5	6	11	10	—	—	—	—
207	2 H	?	F	1 2	" "	F	A	4	6	9	5	—	—	—	—

UX LIBÉROLIGNEUX

P E Z

I VII VIII IX X XI

8 49 50 51 52 53

FORME

54

Fixité du caractère

55

OBSERVATIONS DIVERSES

56

—	2	—	2	—	Elliptiques larges
1	—	—	—	2	» »
—	—	—	—	—	Elliptiques très allong.
—	—	—	6	—	Oblongs très allongés
1	—	—	—	—	Elliptiques allongés
1	—	—	1	—	» »
—	—	—	—	5	Elliptiques larges
2	—	—	—	—	Oblongs très allongés
—	—	—	—	4	» »
1	—	—	—	1	» »
—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	5	Elliptiques larges ou
—	—	—	—	4	plus ou moins al-
—	—	—	—	6	longés
—	—	—	—	8	—
—	—	—	—	6	Elliptiques moyens
—	—	—	—	5	» »
3	—	—	—	6	» »
2	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	10	Elliptiques allongés
—	—	—	—	5	» »
—	—	—	—	2	Elliptiques larges
—	—	—	—	6	Elliptiques moyens
—	—	—	—	8	Elliptiques larges
—	—	—	—	4	» »
—	—	—	—	8	» »
—	—	—	—	7	» »
—	—	—	—	9	Elliptiques moyens
—	—	—	—	9	» »
—	—	—	—	6	Elliptiques allongés
—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	—	» »
—	—	—	—	2	Elliptiques très larges
—	—	—	—	8	Elliptiques moyens
—	—	—	—	5	Elliptiques très larges
—	—	—	—	5	Presque circulaires
—	—	—	—	11	Elliptiques larges
—	—	—	—	7	» »
—	—	—	—	7	» »
—	—	—	—	1	» »
2	—	—	—	1	» »

C'est ici que les deux séries de vaisseaux primaires sont le mieux visibles.

Les cordons scléreux supérieurs montrent tendance à s'amincir. Les petits faisceaux sont un peu repoussés vers la face inférieure.

Les faisceaux du type I ont des cordons scléreux supérieurs plus ou moins étranglés.

Les cordons scléreux sont très larges sur les deux faces des faisceaux.

Les cordons scléreux sont très larges sur les deux faces.

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE										
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 36	Symétrie	Nombre			I	II	III	IV
								Droite	Gauche	Total				
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
208	3 H	5000		1/3	Entre les faisceaux		S	5	5	10	6			
209	E	8000		1/3	Entre et sur faisceaux		A	3	3	6				
210	5 B	?	N	1/3	Sur les faisceaux	F	A	3	2	5				
211	E	4000		1/3	" "		A	4	3	7				
212	2 B	?		2/3	Entre les faisceaux		A	9	10	19	6			
213	1 1/2 B	?		2/3	" "		A	8	7	15	6			
214	2 B	5800	F	1/3	" "	F	A	8	9	17	5			
215	1 1/2 B	?		1/3	" "		A	8	8	16	4			
216	2 H	6500		1/3	Entre et sur faisceaux		A	7	6	13	4			
217	3 H	?		1/3	Entre les faisceaux		A	8	7	15	5			
218	2 H	?	N	1/3	" "	F	A	8	9	17	6			
219	2 B	?		1/3	Sur les faisceaux		A	5	6	11		2		
220	E	6000		2/3	Entre les faisceaux		A	6	5	11				
221	"	5200		1/3	" "		S	9	8	17	6			
222	"	6500	F	1/3	" "	F	A	7	7	14				
223	"	?		1/3	" "		S	6	6	12				
224	4 H	3500		2/3	Sous les faisceaux		A	7	4	11	2			
225	5 H	3800		2/3	" "		S	7	7	14	4			
226	5 H	5200	F	1/3	" "	F	A	3	4	7	2			
227	4 H	4000		1/2	" "		A	8	8	16	5		1	
228	E	5200		1/3	Entre les faisceaux		A	7	7	14	2			
229	"	?		2/3	" "		A	9	8	17	6			
230	"	?	F	1/3	" "	F	S	9	9	18	7			
231	"	?		2/3	" "		A	7	8	15	3			
232	1 1/3 H	4500		1/3	" "		A	9	9	18	8			
233	"	?		1/3	" "		S	7	8	15	6			
234	"	?	F	1/3	" "	F	S	7	7	14	6			
235	"	?		1/3	" "		A	7	7	14	6			
236	1 1/3 B	?		1/2	" "		A	8	8	16	16			
237	"	?		1/3	" "		A	6	5	11	8			
238	1 1/2 B	?	F	1/2	Entre (et sur) faisc.	F	A	7	5	12	10			
239	"	5800		1/2	Entre les faisceaux		A	8	7	15	5			
240	3 B	?		3/4	" "		S	8	8	16		3		
241	"	4000		1/2	" "		A	10	12	22		11		
242	"	4000		2/3	" "		A	8	9	17		5		
243	"	?	F	2/3	" "	F	S	8	9	17		3		
244	4 B	3800		2/3	" "		A	7	8	15		5		
245	"	5500		1/2	" "		A	8	7	15		2		
246	E	3800		1/2	Entre et sur faisceaux		A	2	3	5				
247	"	?		1/3	" "		S	3	2	5				
248	"	5200	F	1/3	" "	F	S	3	3	6				
249	"	?		1/2	" "		S	4	3	7				

UX LIBÉROLIGNEUX

ES					FORME	Fixité du caractère	OBSERVATIONS DIVERSES
VII	VIII	IX	X	XI			
49	50	51	52	53	54	55	56
4	—	—	—	—	Elliptiques larges	—	
—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	3	Elliptiques très larges	F	
—	—	—	—	6	Elliptiques moyens	—	
—	—	—	—	9	» »	—	
—	—	—	—	7	» »	F	
—	—	—	—	9	» »	—	
—	—	—	—	8	» »	—	
2	—	—	—	7	» »	—	
—	—	—	—	6	» »	F	
—	—	—	—	6	» »	—	Cordons scléreux très larges Id. Id. Id.
—	—	—	—	4	» »	—	
—	—	—	—	9	Presque circulaires	—	
4	—	—	—	7	» »	F	
—	—	—	—	9	» »	—	
—	—	—	—	6	Elliptiques très larges	—	
—	—	—	—	9	Elliptiques moyens	—	
2	—	—	—	8	» »	F	
—	—	—	—	5	» »	—	
—	—	—	—	10	» »	—	
—	—	—	—	8	Elliptiques larges	—	Les cordons scléreux supérieurs sont assez allongés et présentent un amincissement assez marqué. Sur l'épiderme inférieur se voient des soies isolées atteignant jusqu'à 0 ^{mm} ,4 de long.
—	—	—	—	9	» »	F	
—	—	—	—	6	» »	—	
—	—	—	—	10	» »	—	
—	—	—	—	5	Elliptiques moyens	—	
—	—	—	—	3	» »	F	
—	—	—	—	4	» »	—	
—	—	—	—	2	» »	—	
—	—	—	—	—	Elliptiques allongés	—	
—	—	—	—	3	» »	F	
—	—	—	—	2	» »	—	Les petits faisceaux sont un peu repoussés à la face inférieure. Les cordons scléreux sont larges.
—	—	—	—	5	» »	—	
1	—	—	—	1	Elliptiques larges	—	
1	—	—	—	1	» »	—	
—	—	—	—	1	» »	F	
—	—	—	—	3	» »	—	
—	—	—	—	1	» »	—	
—	—	—	—	2	» »	—	
—	—	—	—	5	Elliptiques très larges	—	
—	—	—	—	4	» »	F	
—	—	—	—	4	» »	—	
—	—	—	—	5	» »	—	

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			Symétrie	Nombres						
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37		Droite	Gauche	Total	I	II	III	IV
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
250	E	3200		1 2	Entre les faisceaux		S	31	31	62		10		
251	"	3500		2 3	"		S	21	21	42	8	18		
252	"	2500	F	1 2	"	F	S	25	24	49	3	27		
253	"	3000		3 5	"		S	30	30	60	2	56		
254	L	?		1 3	"		A	8	8	16	6			
255	1 2 H	6000		2 5	"		A	9	8	17	2			
256	1 2 H	?	F	2 5	"	F	A	9	7	16	3			
257	"	7500		1 3	"		S	5	5	10	4			
258	1 1 H	?		1 3	"		S	15	14	29	23			
259	2 H	5800		1 3	"		S	15	14	29	22			
260	"	4200	F	1 4	"	F	S	12	11	23	16			
261	"	4200		1 4	"		S	7	7	14	6			
262	"	5800		1 3	"		A	5	5	10	3			
263	"	6000		1 4	"		A	5	5	10	2			
264	"	4500	F	1 3	"	F	A	3	4	7	2			
265	3 H	6000		1 5	"		A	4	5	9	2			
266	1 2 H	?		1 2	"		S	7	7	14	10			
267	"	4800		1 4	"		S	5	6	11	2			
268	"	3800	F	1 4	"	F	S	7	8	15	6			
269	4 H	6000		1 4	"		A	6	6	12	6			
270	3 H	5000		1 2	Entre et sous fais.		A	8	9	17	6			
271	4 H	5500		1 5	Entre les faisceaux		A	8	8	16	6			
272	"	5000		2 5	Entre et sous fais.		A	8	9	17	6			
273	"	5800	N	1 5	Entre (et sous) fais.	N	A	6	7	13	6			
274	"	5700		1 4	"		A	4	4	8	4			
275	4 B	6000		1 3	Entre les faisceaux		A	3	4	7				
276	"	?		1 3	"		S	4	4	8				
277	2 B	4000		1 10	"		A	13	13	26	20			
278	"	?		1 10	"		A	13	15	28	22			
279	"	5000	F	1 10	"	F	A	13	14	27	19			
280	"	?		1 10	"		S	13	13	26	24			
281	E	?		1 4	"		A	6	6	12	8			
282	"	6500		2 3	Entre et sous fais.		A	2	3	5				
283	"	6000	F	1 2	"	F	S	2	3	5				
284	"	3000		2 3	"		A	3	2	5				
285	1 1 4 H	4500		1 3	Entre les faisceaux		A	9	8	17	2		2	
286	1 1 2 H	?	F	1 3	"	F	S	6	8	14	3			
287	3 H	?		1 4	"		A	7	7	14	6			
288	E	?		1 2	"		S	3	5	8				
289	"	?		1 2	"		S	4	5	9				
290	"	2400	F	2 3	"	F	S	4	5	9				
291	"	?		1 2	"		S	5	5	10				

AUX LIBÉROLIGNEUX

PES

						FORME	Fixité du c
						54	55

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			Symbole	Nombre				I	II	III	IV
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 35	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37		Droite	Gauche	Total					
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
292	E	5000	F	$\frac{4}{3}$	Entre les faisceaux	F	S	7	7	14	6	—	—	—	—
293	"	?	F	$\frac{4}{3}$	" "	F	S	7	8	15	3	—	—	—	—
294	1 $\frac{1}{2}$ B	3800	F	$\frac{1}{2}$	" "	F	S	9	9	18	14	—	—	—	—
295	2 B	4500	F	$\frac{3}{5}$	" "	F	S	18	18	36	33	—	—	—	—
296	"	?	F	$\frac{9}{10}$	" "	F	S	19	19	38	32	1	—	—	—
297	"	5200	F	$\frac{9}{10}$	" "	F	S	15	14	29	29	—	—	—	—
298	4 B	4500	F	$\frac{3}{5}$	" "	F	A	11	10	21	18	—	—	—	—
299	3 B	3800	F	$\frac{3}{4}$	" "	F	A	8	8	16	14	—	—	—	—
300	3 B	?	F	$\frac{9}{10}$	" "	F	S	10	11	21	48	—	—	—	—
301	3 B	4500	F	$\frac{3}{5}$	" "	F	A	9	10	19	15	—	—	—	—
302	5 B	3920	F	$\frac{2}{3}$	Sur les faisceaux	F	A	6	6	12	—	—	—	—	—
303	E	5200	F	$\frac{4}{3}$	Entre les faisceaux	F	A	5	6	11	2	—	—	—	—
304	"	?	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	6	6	12	2	—	—	—	—
305	"	?	F	$\frac{4}{5}$	" "	F	A	5	5	10	2	—	—	—	—
306	"	?	F	$\frac{1}{2}$	" "	F	A	6	7	13	6	—	—	—	—
307	"	2500	F	$\frac{1}{5}$	" "	F	A	9	9	18	8	—	—	—	—
308	"	4000	F	$\frac{1}{4}$	" "	F	S	7	8	15	7	—	—	—	—
309	"	4500	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	8	7	15	4	—	—	—	—
310	"	?	F	$\frac{1}{2}$	" "	F	S	12	11	23	15	—	—	—	—
311	"	?	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	5	9	14	12	—	—	—	—
312	"	5000	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	S	11	12	23	4	17	—	—	—
313	1 $\frac{1}{2}$ H	4500	F	$\frac{1}{5}$	" "	F	A	10	9	19	8	—	—	—	—
314	2 H	?	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	6	5	11	6	—	—	—	—
315	"	?	F	$\frac{1}{3}$	" "	F	S	9	8	17	7	—	—	—	—
316	"	5000	F	$\frac{2}{3}$	" "	F	S	7	7	14	6	—	—	—	—
317	2 $\frac{1}{2}$ B	?	F	$\frac{9}{10}$	" "	F	S	23	21	44	17	—	22	—	—
318	3 B	7800	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	13	14	27	6	—	18	—	—
319	1 $\frac{1}{2}$ B	6500	F	$\frac{1}{8}$	" "	F	A	13	13	26	26	—	—	—	—
320	3 B	7000	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	A	7	7	14	14	—	—	—	—
321	E	4800	F	$\frac{1}{3}$	" "	F	A	10	10	20	12	—	—	—	—
322	"	?	F	$\frac{1}{2}$	" "	F	S	13	14	27	—	5	3	—	—
323	"	4500	F	$\frac{1}{3}$	" "	F	S	12	15	27	—	13	3	—	—
324	"	5800	F	$\frac{1}{3}$	" "	F	S	6	6	12	6	—	—	—	—
325	"	7500	F	$\frac{1}{4}$	" "	F	S	3	3	6	6	—	—	—	—
326	"	6000	F	$\frac{1}{4}$	" "	F	A	7	6	13	8	—	—	—	—
327	"	?	F	$\frac{1}{2}$	" "	F	S	5	6	11	6	—	—	—	—
328	"	?	F	$\frac{1}{3}$	Entre et sur faisceaux	F	A	7	5	12	7	—	—	—	—
329	"	5800	F	$\frac{1}{4}$	" "	F	S	6	6	12	6	—	—	—	—
330	"	?	F	$\frac{2}{5}$	Entre les faisceaux	F	S	6	7	13	2	—	—	—	—
331	3 B	3500	F	$\frac{2}{5}$	" "	F	S	9	8	17	13	—	—	—	—
332	"	?	F	$\frac{2}{4}$	" "	F	S	9	8	17	12	—	—	—	—
333	"	2800	F	$\frac{1}{3}$	" "	F	A	5	4	9	7	—	—	—	—

AUX LIBÉROLIGNEUX

						FORME	Fixité du caractère	OBSERVATIONS DIVERSES
I	VII	VIII	IX	X	XI			
49	50	51	52	53	54	55	56	
—	—	—	—	6	Elliptiques moyens	F		
—	—	—	—	9	» »	—		
—	—	—	—	2	Oblongs, très allongés	—		
—	—	—	1	—	Elliptiques allongés	N		
—	—	—	—	—	» »	—		
—	—	—	—	—	» »	—		
—	—	—	—	2	Elliptiques moyens	—		
—	—	—	—	2	» »	F		
—	—	—	—	2	» »	—		
2	—	—	—	2	» »	—		
—	—	—	—	8	Elliptiques allongés	—		
—	—	—	—	7	Elliptiques moyens	F		
—	—	—	—	8	» »	—		
—	—	—	—	6	» »	—		
—	—	—	—	4	» »	—		
—	—	—	—	6	» »	F		
1	—	—	—	6	» »	—		
—	—	—	—	3	» »	—		
2	—	—	—	4	Elliptiques larges	—		Les cordons scléreux des fais-
—	—	—	—	2	» »	F		ceaux du type I sont larges,
1	—	—	—	—	» »	—		mais étranglés à la face supé-
—	—	—	—	5	» »	—		rieure.
—	—	—	—	4	Elliptiques moyens	—		
—	—	—	—	8	Elliptiques allongés	F		
—	—	—	—	8	Elliptiques moyens	—		
1	—	—	—	—	Oblongs, très allongés	—		Dans cette espèce, les faisceaux
1	—	—	—	1	Elliptiques moyens	F		du type I se confondent régu-
—	—	—	—	—	» »	—		lièrement avec ceux du type
—	—	—	—	—	» »	—		I-II
1	—	—	—	5	Elliptiques allongés	—		
—	—	—	1	11	Elliptiques moyens	F		
—	—	—	—	2	» »	—		
4	—	—	—	2	» »	—		A la face supérieure se voient
—	—	—	—	—	Elliptiques larges	F		de grosses papilles bulliformes
1	—	—	—	4	» »	—		plus ou moins aiguës.
—	—	—	—	3	» »	—		Sur l'épiderme supérieur se trou-
4	—	—	—	1	» »	F		vent des papilles biconvexes,
6	—	—	—	—	» »	—		aiguës, distribuées par groupes
—	—	—	—	—	» »	F		et atteignant 0 ^{mm} ,1 de haut.
—	—	—	—	7	Elliptiques moyens	—		Les faisceaux I-II présentent forte
—	—	—	—	3	Elliptiques larges	—		tendance à passer soit à I, soit
—	—	—	—	5	» »	F		à I-II, suivant les échantillons.
—	—	—	—	2	» »	—		

Numéros d'ordre	MÉSOPHYLLE			TISSU AÉRIFÈRE			Symétrie	Nombre						
	Disposition	Nombre de cellules par mm ²	Fixité du caract. 33	Proportion	POSITION	Fixité du caract. 37		Droite	Gauche	Total	I	II	III	IV
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
334	3 B	4200		$\frac{4}{5}$	Entre les faisceaux		S	6	4	10	9			
335	E	5800		$\frac{1}{3}$	»		S	8	7	15	8			
336	»	7000		$\frac{1}{3}$	»		A	4	5	9	3			
337	»	7000	F	$\frac{1}{4}$	»	F	A	6	6	12	6			
338	»	6000		$\frac{1}{3}$	»		S	7	7	14	6			
339	$1\frac{1}{2}$ H	?		$\frac{1}{2}$	»		A	7	6	13	5			
340	»	?		$\frac{2}{5}$	»		A	7	7	14	6			
341	»	?	N	$\frac{2}{5}$	»	F	A	7	7	14	6			
342	E	6000		$\frac{1}{4}$	»		A	8	8	16	4			
343	»	?		$\frac{1}{3}$	»		A	6	7	13	2			
344	»	?	F	$\frac{4}{5}$	»	F	A	9	9	18	5			
345	»	?		$\frac{1}{3}$	»		A	7	9	16	6			
346	3 H	4500		$\frac{2}{5}$	Sous les faisceaux		A	10	10	20	7			
347	4 H	5000		$\frac{1}{3}$	»		A	9	9	18	6			
348	4 H	5000	F	$\frac{1}{3}$	»	F	A	9	10	19	7			
349	3 H	7500		$\frac{1}{3}$	Entre et sous faisceaux		S	6	6	12	6			
350	$1\frac{1}{4}$ B	?		$\frac{3}{4}$	Entre les faisceaux		A	9	10	19	14		I	
351	»	6000		$\frac{3}{4}$	»		S	10	10	20	19			
352	»	?	F	$\frac{9}{10}$	»	F	A	10	10	20	19			
353	»	4000		$\frac{9}{10}$	»		S	9	9	18	15			
354	E	?		$\frac{1}{2}$	»		A	8	9	17	7			
355	»	?		$\frac{1}{3}$	»		A	8	7	15	8			
356	»	?	N	$\frac{1}{2}$	»	F	S	8	9	17	5			
357	2 B	?		$\frac{2}{5}$	»		A	10	10	20	7			
358	$1\frac{1}{2}$ B	?		$\frac{3}{4}$	»		A	11	10	21	2	6		
359	E	?		$\frac{1}{2}$	»		S	9	11	20	7			
360	$1\frac{1}{2}$ B	5200	N	$\frac{2}{5}$	»	F	A	8	9	17		6		
361	»	5800		$\frac{1}{2}$	»		A	10	10	20		6		
362	E	4500		$\frac{2}{5}$	»		A	9	8	17	3	3		
363	$1\frac{1}{2}$ B	5800	N	$\frac{3}{5}$	»	F	A	9	10	19	15			
364	E	?		$\frac{1}{3}$	»		A	8	8	16	8		2	
365	$1\frac{1}{2}$ H	5800		$\frac{1}{3}$	»		A	6	6	12	4			
366	»	5700	F	$\frac{1}{2}$	»	F	S	6	5	11	2			

UX LIBÉROLIGNEUX

ES					FORME	Fixité du caractère	OBSERVATIONS DIVERSES
VII	VIII	IX	X	XI			
49	50	51	52	53	54	55	56
—	—	—	—	1	Elliptiques larges		
2	—	—	—	3	Elliptiques + allongés		Les faisceaux présentent la même particularité que ceux de <i>C. flacca</i> et <i>C. clavæformis</i> .
—	—	—	—	1	Elliptiques moyens	F	
2	—	—	—	3	Elliptiques + larges		
—	—	—	—	6	Elliptiques moyens		Les cordons scléreux sont très larges sur les deux faces.
—	—	—	—	3	» »		Id.
—	—	—	—	3	» »	F	
—	—	—	—	3	» »		
—	—	—	—	10	» »		Les petits faisceaux sont repoussés à la face inférieure.
—	—	—	—	6	» »		
—	—	—	—	6	Elliptiques allongés	F	
—	—	—	—	8	» »		
2	—	—	—	10	» »		L'épiderme supérieur présente des irrégularités de surface
—	—	2	—	10	» »	F	scalariformes sur la coupe transversale.
—	—	—	—	12	» »		
—	—	—	—	4	» »		
—	—	—	—	3	Elliptiques moyens		
1	—	—	—	—	» »	F	
—	—	—	—	—	» »		
—	—	—	—	3	» »		
—	—	—	—	4	Elliptiques larges		
4	—	—	—	3	» »	N	
3	—	—	—	8	» »		
—	—	—	—	11	» »		
—	—	—	5	8	Elliptiques moyens		Les cordons scléreux supérieurs des faisceaux I présentent un étranglement très marqué.
—	—	—	—	11	Elliptiques larges	N	
—	—	—	—	8	Elliptiques moyens		
—	—	—	6	2	» »		
—	—	—	—	6	Elliptiq. très allongés		Les faisceaux I des nos 362 et 363 montrent forte tendance à passer à I-II.
—	—	—	—	—	» »	F	
—	—	—	—	—	» »		
—	—	—	—	7	Elliptiques allongés	F	Les cordons scléreux sont très larges.
—	—	—	—	5	» »		

Ce seront là des solutions d'ensemble; nous les ferons suivre de remarques spéciales à chacun des caractères étudiés, afin de voir quelle valeur spécifique il faut lui attribuer et quel degré d'importance il acquerra dans la classification anatomique.

1. Anatomie et localités.

Dans ce paragraphe, nous n'étudierons point tous les caractères. Il en est, tels que ceux offerts par le mésophylle, par les chambres aérifères, par l'épiderme, qui ne montrent dès la première observation aucun rapport tangible avec les différences de localités. Nous avons là affaire surtout à des caractères de parenté que nous retrouverons au paragraphe suivant.

Par contre, il est trois éléments qui, il faut s'y attendre, montrent la plus grande relation avec le genre de vie des espèces; ce sont les stomates, la forme du limbe sur les coupes transversales et les types de faisceaux conducteurs avec leurs accessoires.

a. Stomates.

Les stomates des Cypéracées ont déjà été étudiés par plusieurs auteurs que nous avons indiqués plus haut. Nous ferons nos observations sans tenir compte des leurs, puis nous comparerons.

Pour nous guider, nous avons divisé les localités en cinq catégories et nous y avons fait rentrer les espèces étudiées; ce sont :

1. *Lieux secs ensoleillés.*
2. *Lieux pierreux un peu humides.*

3. *Forêts peu humides.*

4. *Prairies, endroits herbeux découverts pas très humides.*

5. *Tourbières et autres lieux très humides.*

Quant aux caractères dérivés des stomates, nous les classons comme suit :

1a. *Stomates protégés (types I-V).*

2a. *Stomates non protégés (types VI-VIII).*

3a. *De 50 à 100 stomates par millimètre carré.*

4a. *De 100 à 150* » »

5a. *De 151 à 200* » » »

6a. *De 201 à ∞* » » »

Les rares espèces présentant plusieurs types de stomates sont comptées dans leur principale catégorie. Le nombre des stomates est la moyenne des chiffres indiqués dans les tabelles pour les divers échantillons d'une même espèce.

En appliquant ces principes, nous obtenons le tableau suivant où les nombres indiqués dans les colonnes donnent le chiffre des espèces correspondantes :

Categories	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
1	8 ⁰ / ₀ = 1	92 ⁰ / ₀ = 12	30 ⁰ / ₀ = 4	51 ⁰ / ₀ = 7	16 ⁰ / ₀ = 2	0 ⁰ / ₀ = 0
2	30 ⁰ / ₀ = 3	70 ⁰ / ₀ = 7	30 ⁰ / ₀ = 3	60 ⁰ / ₀ = 6	10 ⁰ / ₀ = 1	0 ⁰ / ₀ = 0
3	8,5 ⁰ / ₀ = 1	91,5 ⁰ / ₀ = 11	33 ⁰ / ₀ = 4	67 ⁰ / ₀ = 8	0 ⁰ / ₀ = 0	0 ⁰ / ₀ = 0
4	22 ⁰ / ₀ = 4	88 ⁰ / ₀ = 14	17 ⁰ / ₀ = 3	55 ⁰ / ₀ = 10	17 ⁰ / ₀ = 3	11 ⁰ / ₀ = 2
5	52 ⁰ / ₀ = 17	48 ⁰ / ₀ = 16	15 ⁰ / ₀ = 5	30 ⁰ / ₀ = 10	34 ⁰ / ₀ = 11	21 ⁰ / ₀ = 7

Les résultats ne sont point précisément en tous points d'une évidence tranchante, mais nous pouvons dire d'une manière générale :

Les Carer habitant les endroits les plus humides ont les stomates les plus nombreux et les mieux protégés.

Or, c'est précisément, ou à peu près, ce qu'ont aussi trouvé Zingeler, Volkens et Schwendener, qui ont expliqué la chose chacun à leur manière. Le premier terme de la proposition est tout à fait normal, le second le paraît moins. Avant de chercher aussi la solution du problème, il nous paraît nécessaire d'étudier corrélativement le paragraphe suivant, qui sans doute nous éclairera.

b. Forme de la coupe transversale et

c. Faisceaux libéroligneux.

Nous pensons qu'il est bon d'étudier ces deux points ensemble, leur correspondance étant des plus notoires.

Nous distinguons aussi dans cette étude les cinq catégories de localités et les six groupes suivants de caractères :

7. *Feuilles sétiformes ou demi-sétiformes.*
8. *Feuilles moyennes, types V et VII.*
9. *Feuilles larges, types VIII et IX.*
10. *Faisceaux série I, faisceau principal, type V ou XI.*
11. *Faisceaux série I, faisceau principal, type I.*
12. *Faisceaux série I-II ou II.*

Dans ces études, la nervure médiane partout identique n'entre pas en jeu.

Nous avons le tableau suivant :

catégo-	7	8	9	10	11	12
1	2 = 16 ⁰ / ₀	11 = 84 ⁰ / ₀	0 = 0 ⁰ / ₀	1 = 8 ⁰ / ₀	12 = 92 ⁰ / ₀	0 = 0 ⁰ / ₀
2	1 = 10 ⁰ / ₀	9 = 90 ⁰ / ₀	0 = 0 ⁰ / ₀	1 = 10 ⁰ / ₀	9 = 90 ⁰ / ₀	0 = 0 ⁰ / ₀
3	1 = 8,5 ⁰ / ₀	8 = 67 ⁰ / ₀	3 = 24,5 ⁰ / ₀	2 = 17 ⁰ / ₀	9,5 = 71 ⁰ / ₀	1/2 = 4 ⁰ / ₀
4	2 = 11 ⁰ / ₀	10 = 56 ⁰ / ₀	6 = 33 ⁰ / ₀	2 = 11 ⁰ / ₀	13 = 72 ⁰ / ₀	3 = 17 ⁰ / ₀
5	6 = 18 ⁰ / ₀	9 = 27 ⁰ / ₀	18 = 55 ⁰ / ₀	4 = 12 ⁰ / ₀	15 = 45 ⁰ / ₀	14 = 43 ⁰ / ₀

Ici les résultats sont évidents. Il ressort clairement de ces chiffres que, d'une manière générale :

Les Carex des localités les plus humides ont les feuilles les plus développées en largeur et possèdent la plus forte proportion de parenchyme incolore.

Nous noterons surtout ce dernier point. Remarquons tout d'abord que la présence du dit parenchyme a déjà été constatée par nous chez des espèces soti-formes telles que *C. microglochin*, où il forme une large couche hypodermale. Rapprochons ensuite ces faits de ce que nous avons vu en parlant des stomates et nous constatons que, toujours d'une manière générale, les espèces des lieux humides ont beaucoup de stomates bien protégés et un riche parenchyme incolore.

Nous croyons pouvoir expliquer facilement ce phénomène en nous basant pour une part sur les travaux de *Volkens* et de *Schimper*.

Ces *Carex* habitent soit des terrains tourbeux acides, soit des endroits chargés de matière minérale en surabondance, soit des terrains alternativement secs et humides, ou bien ils ont des feuilles longues et larges qui, pour être maintenues fixes, exigent une turgescence considérable des cellules: en un mot, ces

plantes ont besoin de beaucoup d'eau et doivent pouvoir, selon les saisons, faire de leur appareil stomatique un mécanisme xérophile ou hygrophile. Hygrophile au temps de la forte humidité, de la croissance, d'une forte consommation de matière minérale pour l'incrustation des membranes; xérophile lors de l'arrêt de croissance, de la sécheresse et par suite de la trop forte accumulation de matières minérales.

Le parenchyme incolore hypodermal servirait naturellement de tissu réservoir aquifère, ainsi que le parenchyme incolore « adducteur » en tout ou en partie. Nous sommes certain que c'est le vrai rôle de ce tissu, malgré sa structure en entonnoir telle que nous l'avons décrite plus haut. Ce ne serait du reste rien d'extraordinaire, puisqu'en somme il n'y aurait là qu'une extension rationnelle des théories de Volkens.

2. Anatomie et espèces.

Nous reprendrons ici tous les caractères dans l'ordre où ils ont été étudiés.

a. Forme du limbe sur la coupe transversale.

Nous avons dit dès le commencement quelques mots sur ce que nous entendions par fixité de ce caractère. Nous allons préciser en faisant une remarque. Nos recherches étant basées sur des espèces classées morphologiquement, ce que nous dirons ici ne s'appliquera donc qu'aux espèces ainsi considérées, quitte peut-être à trouver dans le chapitre suivant que cette fixité ou cette inconstance n'est pas toujours réelle. Nous appellerons :

Espèce invariable, celle qui ne montre jamais qu'un type;

Espèce fixe, celle qui montre deux types voisins:

Espèce peu variable, celle qui montre trois types voisins;

Espèce très variable, celle qui montre deux ou plusieurs types bien différents.

Nous obtenons ainsi sur 86 espèces :

35, soit le 41 $\frac{0}{0}$ d'espèces invariables;

34, » 39 $\frac{0}{0}$ » fixes;

12, » 14 $\frac{0}{0}$ » peu variables;

5, » 6 $\frac{0}{0}$ » très variables, ou, en bloc,
80 $\frac{0}{0}$ d'espèces fixes et 20 $\frac{0}{0}$ d'espèces variables. Ce résultat est probant et nous permet de considérer le caractère de la forme comme un des plus précieux pour les comparaisons anatomiques.

b. Epiderme et dépendances.

Si l'on considère d'un côté l'épiderme en lui-même suivant la grandeur relative de ses cellules et de l'autre ses différenciations générales, on voit que chez aucune espèce ces deux termes ne restent constants ensemble, le second le serait plus que le premier. Toutefois, avec de larges limites, on arrive à trouver que des 86 espèces, 34 ou le 39 $\frac{0}{0}$ montrent peu de variabilité, tandis que les 52 autres ou 61 $\frac{0}{0}$ montrent la plus grande inconstance. Il y a donc lieu de laisser de côté ce caractère ou de n'en tenir compte que dans certains cas extrêmes.

Les trichomes qui garnissent les bords sont en général d'une telle ressemblance chez la plupart des

espèces que ce caractère en devient complètement insignifiant.

Les trichomes locaux bien différenciés, tels que nous les avons décrits, sont, au contraire, de la plus grande constance et sont un excellent criterium spécifique de second ordre.

Les cellules garnissant le fond du sillon médian et que nous avons aussi vues en leur temps ne sauraient non plus être estimées bien haut. 40 espèces, soit le 47 % seulement, ont montré le même type dans tous leurs échantillons; le 53 % en a montré 2 à 3 types souvent très différents.

Les stomates peuvent être considérés au point de vue de leur nombre ou de leur forme.

D'après la quantité nous trouvons que 35 espèces, soit le 41 %, montrent, suivant les échantillons, des chiffres extrêmes dont le rapport est égal à 1:1,5 ou plus petit. Chez une seule espèce, *C. panicea*, nous avons trouvé un nombre constant, soit 135 par millimètre carré. Chez les 53 autres espèces, soit le 59 %, le rapport est plus élevé que 1:1,5 et atteint 6:1 chez *C. sparsiflora* avec des extrêmes de 275 et 45 par millimètre carré. En somme, ce caractère n'aura de valeur que dans des cas bien tranchés: pour des diagnoses générales il n'a qu'une valeur minime.

La forme des stomates est beaucoup plus fixe, 69 espèces, soit le 80 %, l'ont constante, 17, soit le 20 %, montrent diverses variations. Malheureusement le 80 % aussi montrent des stomates VII ou III et cette surabondance de formes identiques limite presque forcément la valeur du caractère à des diagnoses de groupe.

Une autre chose à considérer est le fait que les

stomates, généralement limités à la face inférieure, peuvent aussi se rencontrer sur l'autre face inclusivement ou exclusivement. Nous avons le résumé suivant :

69 espèces, ou 80 $\frac{0}{0}$, n'ont jamais montré de stomates qu'à la face inférieure;

1 espèce, ou 1 $\frac{0}{0}$, n'a montré de stomates que sur une face, 2 échantillons à la face supérieure, 2 à la face inférieure (*C. caespitosa*);

3 espèces, ou 3 $\frac{0}{0}$, ont toujours montré des stomates sur les deux faces;

4 espèces, ou 5 $\frac{0}{0}$, ont montré généralement des stomates sur les deux faces;

9 espèces, ou le 11 $\frac{0}{0}$, ont montré parfois des stomates sur les deux faces.

Ce caractère n'a rien d'absolu, mais peut rendre d'excellents services dans des diagnoses restreintes.

c. Mésophylle.

Nous avons déjà insisté sur la disposition du parenchyme vert sur les deux faces de la feuille; voici les chiffres y relatifs : 72 espèces, soit le 84 $\frac{0}{0}$, montrent une distribution qualitative constante; 14 espèces, ou le 16 $\frac{0}{0}$ seulement, montrent des divergences parfois de fort peu d'importance. Nous ne considérons pas ici les différences quantitatives qui n'ont pas de valeur.

d. Lacunes aérifères.

La répartition des lacunes aérifères par rapport aux faisceaux est d'une invariabilité manifeste, puisque le 91 $\frac{0}{0}$, soit 80 espèces, n'y montrent aucune

variation quelconque. Mais de ces 80 espèces 64, soit le 80 %, ont leurs lacunes exclusivement placées entre les faisceaux et cette communauté par trop étendue enlève au caractère une grande part de la valeur acquise par sa fixité.

L'étendue occupée par ces lacunes est très variable puisque 6 espèces seulement ont montré des nombres constants. Les chiffres extrêmes constatés sont $\frac{1}{100}$ chez *C. Goodenoughii* et $\frac{9}{10}$ chez diverses *Vesicularia*. Les plus fortes divergences se rencontrent chez *C. Goodenoughii*, $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{3}$, et chez *C. stricta*, $\frac{1}{8}$ et $\frac{9}{10}$.

e. Faisceaux libéroligneux.

C'est ici le point le plus délicat, car l'étude des faisceaux joue à bon droit un rôle considérable dans l'anatomie. Commençons par juger de la fixité des types de faisceaux tels que nous les avons établis.

76 espèces, soit le 88 %, ont ce caractère absolument fixe;

14 espèces, soit le 12 %, l'ont plus ou moins variable.

Cette proportion est des plus favorables et nous permet de considérer les types de faisceaux comme un excellent criterium. Remarquons que malheureusement un grand nombre d'espèces présentent des caractères absolument identiques.

Le nombre des faisceaux par contre peut varier d'une manière fantastique. Il n'est fixe ou à peu près que chez quelques espèces sétiformes et ne peut servir qu'en des cas très restreints. Les nombres extrêmes observés sont 3 faisceaux chez *C. alba*, 12 et 60 chez *C. pendula* 253, le faisceau médian non compté.

La symétrie de la feuille, basée sur la place occupée par la nervure médiane et telle que nous l'avons décrite plus haut, peut avoir son intérêt. Nous trouvons que 6 espèces, soit le 7 $\frac{0}{0}$, se sont toujours montrées symétriques;

30 espèces, soit le 35 $\frac{0}{0}$, se sont toujours montrées asymétriques;

50 espèces, soit le 58 $\frac{0}{0}$, se sont montrées tantôt symétriques, tantôt asymétriques.

Ainsi ce caractère n'aura jamais qu'une importance bien limitée.

Enfin, il est certaines particularités d'un ordre plus spécial qu'on ne saurait négliger et qui peuvent fournir d'excellents points de repère pour des distinctions un peu subtiles. C'est, par exemple, la largeur relative des cordons scléreux, la disposition et l'étendue de la gaine à hydrates de carbone, la forme du faisceau cribrovasculaire, la plus ou moins grande netteté avec laquelle se perçoivent les séries de vaisseaux primitifs, la place occupée par les petits faisceaux, enfin de ces riens qui, à l'occasion, tombent juste à propos pour indiquer une parenté ou décider pour ou contre un caractère indécis.

CHAPITRE VI

PARTIE SPÉCIALE ET CONCLUSIONS

Ce chapitre est le principal de notre travail, tous les autres n'en étant au fond que des introductions.

Nous étudierons chaque tribu, chaque espèce, dans l'ordre où les a classées *Nyman*. Nous rechercherons les parentés d'espèce à espèce et de tribu à tribu, nous essayerons de déterminer les caractères propres à chacune d'elles, puis nous verrons s'il est possible, en se basant uniquement sur les feuilles que nous avons étudiées, d'établir une classification rationnelle des *Carex* suisses.

Ce ne sera évidemment pas toujours très facile, car les différences de localités, ainsi que l'hérédité, provoquent des divergences qu'il est souvent difficile d'attribuer à l'une plutôt qu'aux autres. Nous verrons, du reste, que plusieurs espèces ubiquistes, telles que *C. flacca*, sont d'une constance remarquable, ce qui facilite singulièrement la tâche.

Comme base de diagnose, nous avons adopté cet axiome :

Lorsqu'une espèce morphologique présente, sur des échantillons provenant de localités identiques, des divergences anatomiques, il faut les attribuer à la phylogénie et, s'il est nécessaire, disjoindre l'espèce.

Nous serons logiques dans cet ordre d'idée et ne craindrons point à l'occasion de réunir en une seule espèce anatomique 4 ou 5 espèces morphologiques

Par contre, nous nous verrons obligés de maintenir des espèces hétérogènes à caractères synthétiques et marquant le passage de groupe à groupe.

1. Monostachyæ.

A. DIOICÆ, FR.

1. Davallianæ, Pax.

C. Davallii. — Nous ne chercherons pas à rattacher cette espèce aux genres voisins: voyons plutôt ce qui la rapproche ou l'éloigne de l'autre *Davalliana*, *C. dioica*. Les deux se ressemblent absolument par tous les caractères, sauf la disposition du mésophylle qui est 2-4 B chez *C. Davallii* et E-4 $\frac{1}{2}$ B chez *C. dioica*. En outre, *C. Davallii* présente les canaux aérifères spéciaux que nous avons signalés en parlant des stomates.

C. dioica. — Se rattache directement au précédent et rappelle aussi beaucoup l'espèce suivante.

En résumé, la tribu des *Davallianæ* est absolument homogène: elle est caractérisée avant tout par la présence unique de faisceaux du type XI — la nervure médiane non comprise — et par le type de feuille I ou II.

B. MONOICÆ, FR.

2. Pulicares, Fr.

C. microglochin. — Cette espèce est bien déterminée. Anatomiquement, il n'y a pas de raison suffisante pour la classer à part dans le genre *Uncinia*. Elle est caractérisée avant tout par la présence exclu-

sive de faisceaux V et XI, ces derniers formant au moins les $\frac{2}{3}$ du total. La présence de faisceaux V la différencie des *Davallianæ* dont elle possède la plupart des autres caractères. Nous avons déjà relaté la présence chez *C. microglochin* d'une épaisse couche hypodermale aquifère. Nous passons sans grand saut à l'espèce suivante.

C. pulicaris. — Le type sétiforme s'y maintient encore fort bien; toutefois il y a quelques différences avec *C. microglochin*. D'abord le mésophylle qui, chez ce dernier, est 2 B, est ici toujours E, les faisceaux V en minorité chez *C. microglochin* sont chez *C. pulicaris* en nombre au moins égal aux faisceaux XI. En outre, un de ces derniers est toujours placé isolément et asymétriquement vers la face supérieure.

Les *Pulicares* forment donc bien aussi un groupe homogène caractérisé par le type de feuille I, II ou III et par la présence exclusive de petits faisceaux des types V et XI.

3. Rupestres, Pax.

C. pauciflora. — Cette espèce se distingue nettement des précédentes par le type de feuille IV. Par les faisceaux XI, formant au moins les $\frac{2}{3}$ du total, elle se rapproche de *C. microglochin* par le mésophylle E. de *C. pulicaris*. *C. pauciflora* est remarquable par le grand nombre et les fortes dimensions de ses stomates.

C. rupestris. — Le type de feuille a passé à V sans que, du reste, la largeur dépasse douze fois l'épaisseur, c'est donc encore presque IV. Ce caractère, ainsi

que le mésophylle E, rappelle l'espèce précédente. Par contre, pour la première fois apparaissent des faisceaux du type I coexistants avec ceux des types V et XI, mais ces derniers sont encore à eux seuls plus nombreux que ceux des deux autres types réunis. Cela nous montre aussi la relation évidente qui existe entre la largeur relative de la feuille et le développement du sclérenchyme.

Les *Rupestres* sont tout aussi bien caractérisés que les tribus précédentes et s'en distinguent avant tout par leur limbe plus large.

En examinant ensuite l'ensemble des *Monostachyæ*, nous constatons la concordance la plus parfaite entre l'anatomie et la morphologie, ainsi qu'un remarquable exemple de passages successifs et mesurés de la feuille presque cauliforme à la feuille plutôt large et franchement foliacée; en outre, les parentés anatomiques sont nettes.

Dans ces conditions, il est facile d'établir une classification logique des *Monostachyæ*. La voici :

Forme I, II, III ou IV, V av. fais- ceaux XI plus nom- breux que les au- tres réunis. Jamais mésophylle H.	Rien que des faisceaux XI	{	Mésoph. 2-4 B	<i>C. Davallii</i>
		{	" E-1 ¹ / ₂ B	<i>C. dioica</i>
	Faisc.	{	" 2 B	<i>C. microglochin</i>
	V et XI	{	" E	<i>C. pulicaris</i>
	ou	{	Pas de faisc. I	<i>C. pauciflora</i>
	I, V et XI	{	Des faisceaux I	<i>C. rupestris</i>

2. Homostachyæ.

C. ACRARRHENÆ, FR.

4. *Curvulæ*, Pax.

C. curvula. — *C. curvula* se rattache très étroitement aux *Monostachyæ* dont l'anatomie le rapproche plus encore que la morphologie. Toutefois, cette espèce est loin de présenter la grande homogénéité des précédentes; on se voit en présence d'une de ces formes transitoires qui ressemble à tous les voisins à la fois. Par la forme de la coupe, la plupart des échantillons avec type III et IV rappellent les tribus précédentes, le n° 65, avec type VI, est un avant-coureur de *C. microstyla*; il en est de même pour les faisceaux. C'est là que nous trouverons la meilleure diagnose de l'espèce, en la présence de faisceaux nombreux du type IX, ce qui ne se voit qu'ici. Le mésophylle est assez constant, $1\frac{1}{2}$ -4 B. *C. curvula* possède les plus grands stomates d'entre les *Carex* 48 μ , mais leur nombre est assez restreint — 120 par millimètre carré — grâce aux localités préférées

5. *Chordorrhizæ*, Fr.

C. chordorrhiza. — C'est ici une nouvelle espèce synthétique. Par la forme, type IV ou V, elle rappelle absolument les *Rupestres*; le mésophylle $1\frac{1}{2}$ H ne trouve son analogue qu'assez loin chez *C. lagopina*, enfin, par les faisceaux du type I, allant jusqu'à passer à I-II, nous avons une première étape de faite dans

la direction des *Paniculatae*, une première parenté avec *C. teretiuscula*. *C. chordorrhiza* est donc bien une espèce de transition entre les *Monostachyae* et divers groupes des *Homostachyae*.

C. incurva. — Cette espèce très constante a, par sa forme IV, les plus grandes analogies avec les espèces précédentes. Elle est très nettement caractérisée par un mésophylle 5B et le manque de faisceaux I. Elle se rapproche davantage de *C. curvula* que de *C. chordorrhiza* et forme ainsi le passage naturel des *Curvulae* aux *Chordorrhizae*.

C. microstyla. — La forme VII, presque VI, rappelle les *Curvulae*, mais par les autres caractères, il se rapproche beaucoup plus de *C. foetida*. Il se distingue toutefois de ce dernier par des « gaines à amidon » partielles comme chez *C. incurva* et par l'absence totale de faisceaux du type V.

C. foetida. — C'est le dernier terme de la série. Le limbe est large, franchement VII. La parenté vague qui l'unit à *C. chordorrhiza* se retrouve çà et là par un mésophylle $4\frac{1}{4}$ II, tandis qu'ailleurs il est bien E comme chez *C. microstyla*. Les faisceaux I sont accompagnés de parenchyme incolore tout le long de leurs cordons scléreux, ce qui rappelle aussi *C. chordorrhiza*. Pour l'ensemble, *C. foetida* annonce les tribus suivantes :

La tribu des *Chordorrhizae* ne saurait anatomiquement être désignée comme homogène, puisque ses représentants offrent des caractères si variables. Cela est évidemment dû à sa position intermédiaire. Nous indiquerons ces diverses parentés par le schéma suivant :

Monostachya — *C. curcula* — *C. incurva* — *C. microstyla* — *C. foetida*
|
C. chordorrhiza — *Paniculatae* *Intermediæ*

6. *Intermediæ*, Nym.

C. disticha. — *C. disticha* présente dans tous ses caractères une analogie complète avec *C. foetida*; il s'en distingue toutefois nettement par un mésophylle $1\frac{1}{2}$ B et par des faisceaux très larges, presque circulaires.

C. repens. — Cette espèce est proche parente de *C. disticha* et ne s'en distingue que par des stomates moins nombreux et par un mésophylle E. Pour nombre d'auteurs, *C. repens* n'est qu'une simple variété de *C. remota*. Voyons l'opinion de l'anatomie :

	Epiderme supérieur, cellules par mm ²	Proportion des lacunes aérifères	Forme de la coupe	Faisceaux libéroligneux		Sillon médian
<i>C. repens</i>	32-42	$\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{3}$	VII	I-V-XI	moyens	II
<i>C. remota</i>	27-35	$\frac{2}{3}$ - $\frac{1}{2}$	V	V-XI	très larges	III

Cette opinion n'est pas douteuse. Avec Nyman et Christ, nous faisons de *C. repens* une espèce bien distincte. *C. repens* pourrait être plus facilement confondu avec *C. foetida*, mais s'en distingue par une gaine incomplète à hydrates de carbone.

Les *Intermediæ* forment un petit groupe bien homogène qui apparaît comme la suite naturelle des *Chordorrhizæ*.

A l'intérieur de ces deux tribus il est aisé d'établir une classification de la manière suivante :

Forme III, IV, V ou VI	Faisceaux IX	mésophylle	1 1/2-4 B	<i>C. curcula</i>
	Pas de faisceaux IX {		5 B	<i>C. incurra</i>
			1 1/2 H	<i>C. chordorrhiza</i>
Forme VII	Faisceaux I et XI; pas de faisc. V	"	E	<i>C. microstyla</i>
	Faisc. { Gaine à amidon complète.			<i>C. folida</i>
	I-V-XI { " " partielle {	mésoph. E		<i>C. repens</i>
		"	1 1/2 B	<i>C. disticha</i>

7. *Paniculatæ*, Kunth.

C. teretiuscula. — Nous avons ici de nouveau un type synthétique, transitoire. Malgré la similitude absolue des localités où ont été cueillis nos échantillons, ils présentent quelques divergences de caractère. Les échantillons 333 et 334 de forme IV rappellent *C. chordorrhiza*, surtout 333, dont les faisceaux principaux sont aussi près de I que de I-II. Par contre, 331 et 332, ainsi que tous, par leurs stomates III et par leur mésophylle 3 B, se rattachent étroitement à *C. paniculata*. Le n° 331, de forme V, se confondrait même avec cette dernière espèce s'il n'avait les deux épidermes hérissés et des stomates I, ce qui serait l'indice d'une parenté avec *C. echinata*.

C. paradoxa. — Cette espèce est une suite toute naturelle à *C. teretiuscula*, dont elle se distingue par la forme constante V et un épiderme lisse. Cette parenté est aussi morphologique. *Hooker* disait déjà en 1870 : Je regarde *C. paradoxa* comme une variété de *C. teretiuscula* dont il a le feuillage et la plupart des autres caractères. Nous ne nous rangeons pas à cet avis, car, anatomiquement, *C. paradoxa* n'a plus aucune affinité avec les *Chordorrhizæ*. Par contre, nous n'avons trouvé aucune différence avec

C. paniculata, de sorte qu'au point de vue de notre étude il faut les confondre. Du reste, les différences morphologiques relatées dans les flores ne sont pas toujours exactes. Ainsi, dans celle de Schinz et Keller, nous voyons cité comme un des caractères distinctifs la largeur des feuilles, qui serait chez *C. paradoxa* de 1 1/2 à 2 1/2 mm, chez *C. paniculata* de 4 à 6 mm. Nos mensurations au micromètre nous ont donné pour *C. paradoxa* 3mm,4, 3mm,6 et 3mm,3, pour *C. paniculata* 4mm, 6mm et 3mm,6, ce qui contredit les données ci-dessus.

Ainsi la tribu des *Paniculatæ* est réduite à deux espèces et encore en certains cas *C. teretiuscula* doit-il se confondre avec *C. paniculata*. Au fond, cette dernière est la seule vraie espèce du groupe, *C. teretiuscula* ne représentant guère que les individus variant dans le sens d'une tribu voisine.

Les *Paniculatæ*, par toute leur structure, se rapprochent beaucoup des *Vesicariæ*, la dernière tribu du genre. Un des exemplaires de *C. paradoxa* a même déjà montré quelques rares stomates à la face supérieure, ce qui est un avant-coureur d'un des principaux caractères des *Vesicariæ*.

8. *Vulpinæ*, Kunth.

C. vulpina. — *C. vulpina*, on le sait, est assez ubiquiste, mais aime avant tout l'humidité. On le remarque à la prédominance des faisceaux I-II et II, caractère qui rappelle évidemment les *Paniculatæ*, de même que la disposition du mésophylle 1 1/2-2 B. L'échantillon 359 diffère des autres par son mésophylle E et ses faisceaux I dont le cordon scléreux supérieur est étranglé.

Cela se rapporte évidemment à *C. contigua*. Par la forme de la coupe de ses larges feuilles, types VIII et IX, *C. vulpina* rappelle des espèces telles que les *Vesicariæ* ou *C. silvatica*, *C. pilosa*, etc., ce qui est plutôt une concordance.

C. virens. — C'est l'espèce qui se rapproche le plus de *C. vulpina*. Elle s'en distingue par sa forme VII et surtout par les faisceaux du type I avec gaine complète à hydrates de carbone. L'échantillon 357 avec faisceaux I-II et mésophylle 2 B peut être directement dérivé de *C. vulpina* 359 et montre l'étroite parenté de ces deux espèces, car les deux échantillons proviennent de localités très différentes. L'échantillon 355, étiqueté comme *C. divulsa*, est absolument semblable aux autres.

C. Pairæi. — *C. Pairæi* présente les plus grandes analogies avec les espèces voisines. On n'y trouve jamais de faisceaux I-II, mais le cordon scléreux supérieur des faisceaux I présente toujours l'étranglement déjà indiqué pour *C. vulpina* 359. Les différences avec *C. virens* se bornent à cette particularité et au fait que les cellules du sillon médian sont toujours du type III, tandis que chez *C. virens* elles sont dans la règle du type II.

C. contigua. — Cette espèce est en tous points absolument identique à *C. Pairæi*. Toutefois, comme c'est une espèce de terrain plutôt sec, le nombre des stomates est plus réduit, 80 contre 155 par millimètre carré, avec une taille plus considérable, 36 contre 30 μ . Les faisceaux I avec leur étranglement paraissent plus larges. Les proportions du mésophylle et de l'aérenchyme restent identiques.

La tribu des *Vulpinæ* montre ainsi un accord touchant entre ses membres. Mais cet accord n'a jamais fait le compte des morphologistes, car chacun s'est cru obligé de les classer différemment. Rien qu'en consultant la synonymie on serait en droit de fusionner le tout. A la suite de notre étude, nous ne saurions hésiter. Tout d'abord, *C. Pairæi*, ignoré de tous les floristes, sauf d'un, n'est évidemment que *C. contigua* avec les variations superficielles indiquées plus haut. Il en est de même de *C. virens*, malgré son exemplaire à faisceaux I-II. Je rattache sans autre celui-ci à *C. vulpina*, car il présente comme ce dernier la particularité d'avoir aussi les faisceaux secondaires repoussés à la face inférieure. Par contre, *C. vulpina* 359 doit être confondu avec *C. contigua* dont il a tous les caractères.

Avec Nyman, Ascherson et Christ nous préférons l'expression de *C. muricata*, L. à celle de *C. contigua* et nous appliquerons ce nom à la réunion des trois formes *C. contigua*, *C. Pairæi* et *C. virens*. *C. vulpina* reste bonne espèce. Les *Vulpinæ* se diviseraient donc comme suit :

Forme VII-VIII	{	Faisceaux I-II ou II, Mésophylle	B. <i>C. vulpina</i>
ou IX			E. <i>C. muricata</i>

D. HYPARRHENÆ, FR.

9. Canescentes, Fr.

C. echinata. — Nous avons ici de nouveau une espèce synthétique servant de lien entre plusieurs autres. Avant tout, elle se rattache à *C. chordorrhiza* par la majorité des caractères, surtout par la forme IV

et V. D'un autre côté, *C. echinata*, qui est plus ubiquiste, se rapproche de *C. remota* par les types V, de *C. canescens* par les faisceaux I ainsi que rarement par des stomates sur les deux faces; enfin, les échantillons 93 et 94 montrent une complète analogie avec *C. heleonastes*, grâce surtout à leur mésophylle B et ne s'en distinguent que par de vagues différences de forme. Logiquement, il faut les y réunir. Il resterait alors comme caractéristique de *C. echinata*, forme IV ou V, mésophylle E, faisceaux de la série I. La variété *grypos* ne se distingue par rien de spécial.

C. remota. — *C. remota* est une espèce des plus caractéristiques. On la reconnaît facilement à sa forme V, à son mésophylle E et surtout aux énormes cellules de son épiderme supérieur et à ses très larges faisceaux V et XI. Par sa forme elle se rapproche de *C. echinata*, par la largeur de ses faisceaux, de *C. canescens*. Comme nous l'avons déjà vu, il faut en séparer *C. repens*.

C. canescens. — Cette espèce est souvent citée comme le type des *Carex* possédant des stomates sur les deux faces. Ce caractère n'est pas absolument persistant, puisqu'un des quatre échantillons n'en possède qu'à la face inférieure. Un caractère lié à celui-là est le fort développement des papilles sur les deux faces, alors même que l'une d'entre elles serait dépourvue de stomates. Par la largeur de ses faisceaux, surtout I et V, *C. canescens* dérive de *C. remota*. Par l'ensemble de ses caractères il passe aux *Monastes* par l'intermédiaire de *C. Persoonii*.

C. Persoonii = *C. brunescens*. — *C. Persoonii* est considéré par nombre d'auteurs, tels que Wahlenberg,

Christ, Ascherson et Græbner, comme une simple variété de *C. canescens*, la variété arcto-alpine, des lieux humides pierreux. Par la forme VII, rarement VIII, par le mésophylle E, par les lacunes aérides, par leur épiderme hérissé, par les faisceaux I, V et XI, la concordance est frappante. Toutefois, il existe quelques légères divergences. Le mésophylle E peut aussi souvent être appelé $1\frac{1}{4}$ H, ce qui rappelle *C. lagopina*; les faisceaux, quoique encore larges, ne sont plus si énormes, et surtout les stomates sont presque exclusivement localisés à la face inférieure (six échantillons sur huit) sans que le nombre total varie sensiblement. Deux échantillons montrent une forme VIII bien caractérisée, ce que nous pouvons attribuer au climat; l'un des exemplaires provient de l'extrême Nord, l'autre de la région méditerranéenne. Ils sont plus ramassés et leur mésophylle est particulièrement dense, puisqu'on y compte respectivement 7500 et 10000 cellules par millimètre carré, soit le maximum observé, alors que chez *C. canescens* ce chiffre varie entre 4500 et 5800.

En somme, ces variations rentrent dans le cadre de ce que peut se permettre une espèce dont l'évolution ne semble pas terminée. Certainement que dans quelques siècles, *C. canescens* et *C. Persoonii* seront bien distincts. Aujourd'hui, nous les réunissons encore. *C. canescens* serait la forme des marais, *C. canescens* var. *Persoonii*, celle des lieux élevés pierreux.

La tribu des *Canescentes* n'est pas très homogène et ne saurait guère être caractérisée que par un mésophylle E et par des faisceaux relativement larges. Les espèces s'en distingueraient comme suit :

Mésophylle E ou $1\frac{1}{4}$ H	Forme IV ou V	Faisceaux I-V-XI	<i>C. echinata</i>
		V et XI très larges	<i>C. remota</i>
	Forme VII ou VIII.	Faisceaux I-V-XI	<i>C. canescens</i>

10. *Lagopinæ*, Nym.

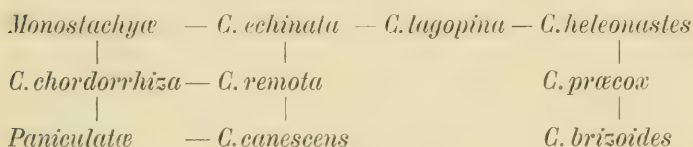
C. lagopina. — Notre unique représentant de cette tribu se rapproche particulièrement de *C. remota* par la forme et les faisceaux, mais ceux-ci sont moins larges. D'autres échantillons rappellent *C. echinata* par les faisceaux, tandis que tous, par leur épiderme hérissé, ont gardé un trait de *C. canescens* et que le mésophylle $1\frac{1}{2}$ H constant semble marquer une parenté avec *C. chordorrhiza*. Pour les faisceaux, *C. lagopina* est assez variable, puisqu'on peut y rencontrer les associations V-XI, I-XI ou I-V-XI. Il faut le caractériser par le mésophylle $1\frac{1}{2}$ H, les stomates : 130-150 par millimètre carré, la forme V, VI ou VII ; dans ce dernier cas jamais plus de douze fois plus large qu'épais.

11. *Monastes*, Nym.

C. heleonastes. — *C. heleonastes* partage la plupart des caractères de *C. lagopina* ainsi que ses parentés. La forme du limbe est VI ou VII, au maximum treize fois plus large qu'épais, les faisceaux sont I-V et XI avec prédominance du type V. Le caractère distinctif de *C. heleonastes* est son mésophylle $1\frac{1}{2}$ -2 B, qui fait, comme nous l'avons déjà dit, qu'on doit y rattacher deux échantillons de *C. echinata*. Les deux échantillons de *C. heleonastes*, cueillis aux altitudes de beaucoup les plus élevées, montrent des stomates sur les deux faces, ce qui, avec les épidermes hérissés, rappelle *C. canescens*. Le nombre des stomates varie

du reste fort peu, 130 à 150 par millimètre carré, absolument comme chez *C. lagopina*.

C. lagopina et *C. heleonastes* me semblent mal placés entre les *Canescentes* et les *Leporinæ*. Ils ne se rattachent guère à ces dernières que par quelques échantillons de *C. præcox*. Il faut plutôt les considérer comme formant une série parallèle à dériver directement des *Monostachyæ* par l'intermédiaire de *C. echinata*, d'après le schéma suivant :



12. Leporinæ, Fr.

C. præcox. — Cette espèce, telle qu'elle a été établie par les morphologistes, ne répond point à une unité anatomique. Des sept échantillons que nous avons examinés, deux ont des caractères communs absolument et totalement différents de ceux des cinq autres. En voici du reste le résumé :

Numéros	Forme	Epiderme supérieur	STOMATES		Faisceaux	Mésophylle	Lacunes aérifères
			Nombre	Dimensions			
275 et 276	IV	Lisse	80-120	41-45 μ	V et XI	4 B	tendance sur
Autres échantill.	V-VII-VIII	Papilles isolées	150-200	30-30 μ	I-V et XI	3-4 H	" sous

On ne saurait attribuer de telles divergences à une réelle différence de localité, 275 et 276 ont, il est vrai, été cueillis en des endroits sablonneux plus humides

que les autres, mais ce n'est pas précisément la plus grande humidité qui fait diminuer le nombre des stomates et condenser le limbe; il faut simplement dissocier cette espèce.

Commençons par les échantillons 275 et 276. Ils présentent une analogie complète avec *C. incurva*, sans doute par concordance, et n'en peuvent être distingués que par leurs faisceaux plus larges, leurs stomates moins nombreux mais plus grands. Ils se rapprochent aussi de *C. remota* par les faisceaux, mais s'en distinguent par leur mésophylle 4 B.

Les autres exemplaires, avec les caractères déjà indiqués, représentent sans doute le type de *C. praecox*. Par la forme, ils rappellent les tribus précédentes; par la tendance des lacunes aérifères à être placées sous les faisceaux secondaires, ils sont apparentés à *C. brizoides*. Certains auteurs, par exemple *Günther von Mannagetta*, considèrent même dans leurs flores *C. praecox* comme var. *campestris* de *C. brizoides*. Cette idée a du bon, mais nous ne saurions l'admettre à cause d. mésophylle E et des larges faisceaux de *C. brizoides*.

C. leporina. — *C. leporina* montre une variété encore plus grande que *C. praecox*.

Le n° 194 est assez étroitement allié à *C. praecox*, 275-276, surtout par le mésophylle 3 B et les lacunes tendant à passer sur les faisceaux. Toutefois il en diffère par la présence de faisceaux L. Le n° 193 présente tous les caractères des autres exemplaires de *C. praecox* et doit en conséquence y être rattaché.

Les nos 191 et 192 enfin ont, comme *C. elongata*, un mésophylle E et des lacunes bien centrées entre

les faisceaux et en possèdent du reste tous les caractères, y compris la symétrie du faisceau médian. On pourrait tout au plus les en distinguer par des cordons seléreux supérieurs plus larges. Quoique *C. leporina* soit assez ubiquiste, on ne saurait attribuer aux différences de localités des transformations pareilles. Nous y voyons l'indication de parentés bien marquées.

C. brizoides. — *C. brizoides* est de toutes les *Leporinae* la plus semblable aux *Canescentes*. Il a la forme, les faisceaux de *C. canescens* et comme lui montre un échantillon avec stomates sur les deux faces. Il s'en distingue par les lacunes aérifères placées sous les faisceaux secondaires, ceux-ci étant placés à la face supérieure. Nous avons déjà vu les parentés de *C. brizoides* avec *C. præcox*. Il se rapproche aussi beaucoup de *C. elongata* par la forme et par les faisceaux I dont le cordon supérieur est aminci. *C. brizoides*, à l'encontre des deux précédents, montre anatomiquement la plus grande concordance entre les exemplaires égalés morphologiquement.

C. elongata. — *C. elongata* est une espèce fixe qui marque le passage aux *Cæspitosæ* dont elle a la forme typique VIII, presque V. Nous venons d'indiquer les relations avec les autres *Leporinæ*.

Avec des préjugés morphologiques, le classement anatomique de cette tribu ne laisserait pas que d'embarrasser; nous travaillerons sans aucune arrière-pensée de cette nature. En nous basant sur la disposition du mésophylle, puis des lacunes, nous pouvons former quatre espèces anatomiques assez bien délimitées, qui ne répondront naturellement qu'en partie aux espèces des floristes. Ce sont :

Forme IV ou V	Mésophylle	3-5 B	lacunes	(sous)	faisceaux	<i>C. praeox</i>
Forme V, VII ou VIII	E	E	"	sous	"	<i>C. brizoides</i>
				entre	"	<i>C. elongata</i>
				(sur)	"	<i>C. leporina</i>

Ces espèces seraient formées comme suit :

C. praeox = *C. praeox* 270, 271, 272, 273, 274 + *C. leporina* 193

C. brizoides = *C. brizoides*

C. elongata = *C. elongata* + *C. leporina* 191 et 192

C. leporina = *C. leporina* 194 + *C. praeox* 275 et 276

13. Cyperoidæ, Nym.

C. cyperoides. — Cette espèce se rapproche beaucoup de *C. elongata*. Elle s'en distingue surtout par l'extrême minceur du limbe qui n'atteint pas 0,1 mm d'épaisseur, et par les larges faisceaux qui rappellent ceux de *C. brizoides*. *C. cyperoides* ressemble un peu à toutes les *Homostachyæ* et pourrait être anatomiquement placé n'importe où dans ce groupe.

Nous voici au bout du grand groupe des *Homostachyæ*. Comme il a été facile de s'en rendre compte au développement morphologique fait pendant un développement anatomique correspondant, nous avons constaté tous les passages du limbe demi-sétiforme de *C. curvula* au limbe largement étalé de *C. vulpina*.

Il nous a été relativement facile de classer dans chaque tribu les espèces qui la composent; si nous essayons maintenant d'en tirer une classification générale des *Homostachyæ*, sans doute devons-nous recourir aux petits détails histologiques, heureux encore si nous arrivons à distinguer nettement toutes les espèces. La chose nous a été possible, comme le

témoigne le tableau de la page suivante, mais pour certains caractères il est quelque peu tiré par les cheveux. Cela, du reste, est commun à toutes les classifications et nous fait supposer à bon droit que dans le classement de toutes les espèces il deviendra presque impossible de séparer des espèces que la morphologie tient à une distance respectueuse l'une de l'autre. Cette difficulté de trouver des critères nets et précis est bien l'indice que les diverses méthodes de classification doivent s'entr'aider et non point s'exclure et que ce n'est que par leur union qu'on peut arriver à créer des classifications complètement naturelles.

Les *Homostachyæ*, dans leur ensemble, ne se sont guère montrées homogènes, et cela tient avant tout à ce qu'elles représentent un groupe de transition où le passage d'une forme à l'autre se fait rapidement, ce qui provoque un mélange de caractères souvent contradictoires et c'est le groupe de *Carex* où l'anatomie est le moins d'accord avec la morphologie pure.

TABLEAU D'ENSEMBLE

FAISCEAUX SÉRIE I, 4.									
1.	Des faisceaux IX.	.	.	.	.	.	.	Mésophylle 4 1/4-4 B	<i>C. curvula</i>
	Pas de faisceaux IX. 2.	.	.	.	.	.	.	1 1/2 H	<i>C. lagopina</i>
	Mésophylle au moins 4 1/2 H.	.	.	.	.	.	.	3-5 H	<i>C. praeox</i>
2.	Forme de coupe IV	.	.	.	.	.	.	5 B	<i>C. incurva</i>
	"	IV-VI	.	.	.	.	.	3-4 B	<i>C. leporina</i>
	"	V ou VII, moins de 13:1	.	.	.	.	.	4 1/2-2 B	<i>C. heltonastes</i>
	"	VII, plus de 15:1.	.	.	.	.	.	4 1/2 B	<i>C. disticha</i>
Mésophylle B, rarement 4 1/4 H. 3.									
3.	Rien que faisceaux V et XI	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. remola</i>
	Lacunes aérifères sous faisceaux secondaires	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. brizoides</i>
	Parenchyme incolore bordant tout le cordon scléreux supérieur	.	.	.	.	.	.	Gordon scléreux supérieur sans étranglement	<i>C. folida</i>
4.	Aussi des faisceaux I	.	.	.	.	.	.	avec	<i>C. muricata</i>
	Lacunes aérifères entre faisceaux	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. cyperoides</i>
	Parenchyme conducteur ne formant qu'une gaine latérale	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. echinata</i>
	Feuilles plus épaisses que (mm. 1)	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. canescens</i>
	Forme VII ou VIII	.	.	.	.	.	.	Au moins 450 stomates par mm ² .	<i>C. microstigma</i>
	Faisceaux elliptiques	.	.	.	.	.	.	Charnière III	<i>C. elongata</i>
	Faisceaux moyens	.	.	.	.	.	.	Gordon scléreux supérieur, long et large	<i>C. repens</i>
	Faisceaux plus épaisses que (mm. 1)	.	.	.	.	.	.	Gordon scléreux supérieur, court et élargi	<i>C. muricata</i>
	Forme IV, V ou VIII. Stomates III ou I.	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. leuechuscula</i>
	Stomates III (I)	.	.	.	.	.	.	.	<i>C. paniculata</i>
5.	Stomates VII (VIII)	.	.	.	.	.	.	Mésophylle I, II.	<i>C. chondrorhiza</i>
	Stomates VII (VIII)	.	.	.	.	.	.	I, 2 B	<i>C. vulpina</i>

FAISCEAUX SÉRIE I-II ou ayant forte tendance à y passer. 4.

3. *Heterostachyæ*.

E. LIMNONASTES, REICHBG.

14. *Mucronatæ*, Nym.

C. mucronata. — Les *Heterostachyæ*, comme les *Homostachyæ*, commencent par un type sétiforme. En effet, *C. mucronata* est des types I et II. Du reste, pour tous les caractères, cette espèce est très semblable à *C. dioica* pour les exemplaires à mésophylle E, et à *C. Davallii* pour ceux à mésophylle 4 B. Ce rapprochement est d'autant plus curieux qu'il ne peut guère être l'effet d'une concordance due à l'adaptation, puisque *C. dioica* et *C. Davallii* habitent les tourbières, les marais, et *C. mucronata*, les rochers calcaires et dolomitiques. La chose devient encore plus intéressante si nous nous aidons quelque peu de la morphologie. Elle nous dit que *C. dioica* et *C. Davallii* n'ont sur chaque tige qu'un épillet terminal unisexe, tandis que chez *C. mucronata* le chaume se termine par un épi mâle ayant à sa base un ou deux épis femelles. Mais les deux *Monostachyæ* ci-dessus, dans leurs deux variétés respectives, *C. Mettenii* et *C. Gustorii* présentent sur les pieds mâles à la base de l'épi de ce sexe quelques fleurs femelles; supposons ces fleurs groupées en épillets, nous avons *C. mucronata*. Anatomiquement, les trois espèces vont ensemble et l'on peut fort bien déduire *C. mucronata* des deux autres en supposant que le changement de régime ait provoqué le passage de la *diœcie* à la *monœcie*. *C. mucronata* se rattache aussi à *C. microglochin* par la présence de faisceaux V manquant aux

Dioica. En résumé, au point de vue anatomique, *C. mucronata* n'est pas une espèce distincte et ses échantillons sont à répartir comme suit entre les *Monostachya* :

Le n° 209, type I, mésophylle E, rien que des faisceaux XI, est rattaché à *C. dioica* ;

Le n° 210, type II, mésophylle 4 B, avec faisceaux V et XI, se rattache à *C. microglochin* ;

Le n° 211, type I, mésophylle E, avec faisceaux V et XI, rentre dans l'espèce *C. dioica*, malgré le faisceau V.

C. Gaudinii. — Cette forme, pour plusieurs auteurs espèce bien distincte, est considérée par Christ comme un hybride *C. echinata* $\times$ *dioica*. Anatomiquement, nous nous rangeons à son avis. Nous n'avons, du reste, examiné que deux échantillons de cette espèce, venant tous deux hors de Suisse et présentant l'un plutôt les caractères de *C. dioica*, l'autre ceux de *C. echinata*. (Voir *Hybrides*.)

15. Bicolores, Fr.

C. bicolor. — *C. bicolor*, quoique habitant des endroits plutôt humides, présente des caractères nettement xérophiles. Peu de stomates protégés par des papilles, aérénchyme réduit, forte épaisseur du limbe, ce qui est dû naturellement aux hautes altitudes où habite ce *Carex*. *C. bicolor* est une espèce très constante, offrant des traits de ressemblance avec beaucoup d'autres. Elle rappelle surtout *C. echinata* et se distingue surtout par sa forme VI ou VIII du limbe, dont l'épaisseur est toujours supérieure au $\frac{1}{10}$ de la largeur et par les stomates du type I.

16. Aquatiles, Fr.

C. Goodenoughii. — *C. Goodenoughii*, avec ses variétés *juncella* et *turfosa*, forme, anatomiquement, un tout caractérisé surtout par la présence des stomates sur les deux faces, en nombre toujours plus considérable à la face supérieure; chez un échantillon elles manquent même à la face inférieure. Le mésophylle $1\frac{1}{4}$ -2 B est d'une grande constance ainsi que les faisceaux I, dont le long cordon scléreux supérieur est bordé de parenchyme incolore sur toute sa longueur. Toutefois l'échantillon 151, avec ses faisceaux I-II, rappelle déjà *C. acuta*. *C. Goodenoughii* est étroitement apparenté à *C. canescens*, surtout par la forme et l'épiderme.

17. Prolixæ, Fr.

C. acuta. — Cette espèce présente la plupart des caractères de la précédente, surtout par les stomates et le mésophylle $1\frac{1}{2}$ -2 B. Mais les faisceaux ont passé au type I-II et sont un peu plus larges. Comme l'échantillon 151 de *C. Goodenoughii* présente tous ces caractères, nous le rangeons sous *C. acuta*. Par contre, le n° 2 de cette dernière espèce présente des faisceaux I et un mésophylle franchement E, ce qui en fait un passage à *C. cæspitosa*, auquel je le joins. *C. acuta* présente aussi des traits nombreux de ressemblance avec *C. acutiformis*, dont il ne se distingue que par la présence de stomates sur les deux faces. *C. acuta* se rapproche aussi beaucoup plus des *Vesicariæ* que des *Atratae*.

18. *Cæspitosæ*, Fr.

C. stricta. — *C. stricta* correspond en tous points à l'espèce précédente. Les faisceaux y sont moins nettement I-II et à ce point de vue *C. stricta* se rapprocherait davantage de *C. Goodenoughii*. Sauf chez un exemplaire, il n'existe de stomates qu'à la face inférieure. La forme rappelle absolument *C. acutiformis*. Plusieurs floristes ont une tendance à identifier *C. stricta* et *C. acuta*. Anatomiquement, la chose est plus ou moins commandée et nous les réunirons malgré les stomates, comme nous l'avons fait pour *C. canescens* et *C. Persoonii*.

C. cæspitosa. — Cette espèce se signale par ses allures fantastiques. Tout d'abord, les stomates ne se rencontrent que sur l'une des deux faces plus hérissée que l'autre, et ce qui est remarquable, la feuille desséchée est repliée en dehors ou en dedans, suivant que les stomates se trouvent précisément à la face inférieure ou à la face supérieure. La relation est évidente. Le mésophylle s'est montré E, $1\frac{1}{4}$ H ou $1\frac{1}{2}$ B. Ce dernier cas, représenté par le n° 42, étant accompagné de faisceaux I-II, l'échantillon en question ira rejoindre *C. acuta*. Les échantillons 39 et 40 n'ont de stomates qu'à la face supérieure et présentent en général tout le facies de *C. Goodenoughii*. Ils s'en distinguent par leur mésophylle E et leur gaine de parenchyme conducteur incomplète latérale. Nous y joignons *C. acuta* 2, bien que celui-ci n'ait de stomates qu'à la face inférieure. Il fera pendant à *C. cæspitosa* n° 41, où le mésophylle paraît être légèrement H.

Ces trois dernières tribus sont, on le voit, excessivement enchevêtrées les unes dans les autres et il existe tous les passages anatomiques de l'une et de l'autre, ce qui complique la chose. Du reste, les morphologistes l'ont aussi pensé, puisqu'ils ont tour à tour identifié ces différentes espèces entre elles. Voici comment nous les distinguons :

Stomates sur 2 faces, mésophylle B . . .	{	Faisceaux I	<i>C. Goodenoughii</i>
		» I-II	<i>C. acuta</i>
		» I	<i>C. cæspitosa</i>
1 face, » E ($1\frac{1}{4}$ H)			

F. ATRATÆ, FR.

19. Atrata, Fr.

C. atrata. — *C. atrata* rappelle beaucoup les *Cæspitosæ*, surtout *C. Goodenoughii* par la disposition du mésophylle $1\frac{1}{2}$ B et *C. cæspitosa* par les faisceaux et les stomates. L'échantillon 21, catalogué comme *C. atrata*, var. *varia*, possède un mésophylle E et se rapproche ainsi davantage de *C. aterrima*. Le n° 189, avec un mésophylle $1\frac{1}{2}$ II, est, de son côté, identique à *C. ustulata*. Ainsi *C. atrata*, anatomiquement considéré, diffère un peu de l'espèce morphologique.

C. aterrima. — Beaucoup de floristes font de *C. aterrima* une simple variété de *C. atrata* et, anatomiquement, on les confondrait si *C. aterrima* n'avait un mésophylle constamment E. Il se rapproche ainsi davantage de *C. Vahlîi*, tandis que *C. atrata* est plus voisin de *C. nigra*.

C. nigra. — Cette espèce est semblable à *C. atrata* par son mésophylle $1\frac{1}{2}$ -B et ne s'en distingue guère

que par la forme du limbe VII, qui est VIII et IX chez *C. atrata*. Comme ce caractère se maintient chez *C. nigra*, même pour des feuilles plus larges que celles de *C. atrata*, on peut fort bien se baser là-dessus pour séparer les deux espèces. Mannagetta fait de *C. nigra* une variété de *C. Goodenoughii*, mais l'existence de stomates sur une seule face et les faisceaux à gaine incolore partielle nous obligent à les tenir distincts. Peut-être bien, du reste, *C. nigra* n'est-il que *C. Goodenoughii* adapté aux très hautes altitudes et transformé par elles. Il se rattache aussi à *C. VahlII*, dont il se distingue par son mésophylle.

C. VahlII. — Nous pourrions presque confondre *C. VahlII* avec *C. aterrima* dont il partage les caractères essentiels. Mais *C. VahlII* a un limbe large au plus de 3,5-4 mm., tandis que celui de *C. aterrima* dépasse 5 mm. et atteint près de 1 cm.; ce limbe est chez *C. VahlII* du type VII et ses faisceaux secondaires sont repoussés à la face inférieure. En somme, rien d'étonnant à ce que cette espèce soit très semblable aux précédentes *Atrata*, puisqu'elle habite comme elles les hautes latitudes. Enfin, elle se distingue de *C. Buxbaumii* par la forme du limbe et par les cordons scléreux supérieurs qui sont minces, tandis que chez *C. Buxbaumii* ils ont à peu près la largeur du faisceau.

C. Buxbaumii. — Nous avons ici le passage des *Bicolores* aux *Atrata*, car la similitude entre *C. Buxbaumii* et *C. bicolor* est frappante, on pourrait presque en déduire que l'une est la forme alpine de l'autre. *C. Buxbaumii* se distingue uniquement par ses larges cordons scléreux et par la prédominance

des faisceaux I, chez *C. bicolor* des faisceaux XI. La forme du limbe est assez variable, la forme VII rappelle *C. nigra* et *C. Vahlîi*, la forme VIII *C. bicolor*, la forme IX *C. atrata*.

La tribu des *Atratae* est homogène et les espèces ne s'en distinguent guère que par un caractère, ces espèces sont constantes. On peut les classer comme suit :

Mésoph. E	{	Cordons scléreux très larges.	<i>C. Buxbaumii</i>
		Cordons minces	{
Mésoph. B	{	Limbe large de moins de 3 ^{mm} ,5.	<i>C. Vahlîi</i>
		» d'au moins 5 ^{mm}	<i>C. aterrima</i>
		Forme du limbe VIII ou IX	<i>C. atrata</i>
		» VII	<i>C. nigra</i>

G. CYRTOSTOMÆ, NYM.

20. *Limosæ*, Fr.

C. ustulata. — *C. ustulata* ressemble particulièrement à *C. Buxbaumii*, dont il ne diffère que par un mésophylle H plus ou moins prononcé. Ce même caractère le sépare, du reste, de toutes les *Atratae* où le mésophylle est toujours E ou B et de *C. limosa* pour la même raison. Par contre, la seule divergence qu'il présente avec *C. irrigua* c'est la largeur des cordons scléreux, semblable à ce que l'on rencontre chez *C. Buxbaumii*. *C. ustulata* est donc bien le passage des *Atratae* aux *Limosæ*.

C. irrigua et *C. limosa*. — Pour la clarté, nous sommes obligés d'étudier ces deux espèces ensemble. Pour la plupart des floristes, *C. irrigua* n'est qu'une variété de *C. limosa*. Anatomiquement, ce n'est pas le cas et nous pouvons fort bien établir deux genres

en puisant indistinctement dans l'un ou l'autre genre morphologique.

Nous appellerons *C. irrigua* l'ensemble formé par les échantillons nos 195 et 196 de *C. limosa* et 181, 182 et 183 de *C. irrigua*, caractérisés par un mésophylle $1\frac{1}{2}$ -2H, des faisceaux franchement I, une forme de limbe presque toujours VII; nous appellerons *C. limosa* l'ensemble formé par les échantillons nos 197 et 198 de *C. limosa* et 184 de *C. irrigua*, caractérisés par un mésophylle $1\frac{1}{2}$ -3B, par des faisceaux I tendant à passer à I-II, par un limbe VIII.

C. irrigua ainsi constitué est parent à la fois de *C. ustulata* et de la plupart des *Pallescentes*, tandis que *C. limosa* rappelle diverses *Atratae* à mésophylle B, ainsi que *C. panicea* chez les *Pallescentes*.

Les *Limosa* ainsi constituées forment un petit groupe mal délimité entre les voisins qui pourraient assez bien se le partager. Les trois espèces se classent comme suit :

Cordons scléreux très larges.	mésophylle $1\frac{1}{2}$ H	<i>C. ustulata</i>
Cordons scléreux plutôt minces }	»	$1\frac{1}{2}$ -2H <i>C. irrigua</i>
	»	$1\frac{1}{2}$ -3B <i>C. limosa</i>

Comme on le voit, *C. limosa* se rapproche énormément aussi de *C. atrata* et *C. nigra*. Il ne diffère du premier que par la largeur du limbe qui, chez *C. atrata*, dépasse habituellement de beaucoup 3^{mm}.5, alors que chez *C. limosa* elle n'atteint pas 3^{mm}. La séparation d'avec *C. nigra* repose surtout sur la forme du limbe VII chez *C. nigra*, VIII chez *C. limosa* et sur la tendance chez ce dernier qu'ont les faisceaux I à passer à I-II, ce qui n'arrive jamais chez *C. nigra*.

21. *Pallescentes*, Fr.

C. panicea. — Nous avons déjà relaté les parentés entre *Limosa* et *Pallescentes* et rapproché *C. panicea* de *C. limosa*, surtout à cause du mésophylle B. Toutefois, les deux espèces diffèrent par plus d'un point. *C. limosa* a un limbe VIII, *C. panicea* un limbe VII, les faisceaux I de *C. limosa* ont une gaine de parenchyme conducteur partielle, chez *C. panicea* elle est complète; en outre, chez *C. panicea* les lacunes aérifères ont tendance à passer au-dessus des petits faisceaux qui se trouvent un peu repoussés à la face inférieure. Les stomates se sont montrés ici très réguliers, pour tous les exemplaires 135 par millimètre carré. Par son mésophylle 1 1/2 B, *C. panicea* se rattache plus aux *Limosa* qu'aux *Pallescentes*, où le mésophylle H est de règle.

C. sparsiflora. — Cette espèce est, par tous ses caractères, intermédiaire entre *C. ustulata* et *C. irrigua*; comme l'on sait que la seule différence entre ces deux repose sur la largeur des cordons scléreux, on comprendra que *C. sparsiflora* ne puisse être anatomiquement considéré que comme variété de l'une ou de l'autre, suivant la largeur des cordons scléreux en question. Nos trois exemplaires les ayant plutôt larges seraient à ranger dans *C. ustulata*.

C. pilosa. — Pour tous les caractères anatomiques internes, *C. pilosa* se confond avec *C. sparsiflora-ustulata*. Par contre, il s'en distingue par le caractère auquel il doit son nom, c'est-à-dire par la présence de poils unicellulaires lisses sur les bords et sur les nervures principales. La var. *glabra* (Christ) ne mérite

pas tout à fait son nom, elle possède aussi des poils, mais moins nombreux, moins longs et jamais sur les bords. Le limbe VII, VIII ou IX est habituellement très mince, puisque la largeur égale jusqu'à quatre-vingts fois l'épaisseur.

C. alba. — Nous nous trouvons ici en face d'une espèce remarquable, tranchant par son limbe type IV ou VI au milieu des types VII à IX. Il est assez difficile de relier *C. alba* aux *Monostachya* ou aux *Heterostachya* de même genre. C'est de *C. pauciflora* qu'il se rapproche le plus, car il en possède la forme et la disposition du mésophylle. Par contre, il en diffère par la taille, chez *C. pauciflora*, largeur du limbe 1 millimètre et plus, chez *C. alba* moins de 0,75 millimètre, par le nombre des stomates plus faible, 200-250 et 70-140 par millimètre carré; par les cellules presque sphériques et relativement énormes qui se trouvent dans le sillon médian, par les faisceaux presque circulaires. Ces faisceaux sont très peu nombreux, du type XI, mais des deux côtés, les plus rapprochés des bords se soudent à la large bande de sclérenchyme destinée à garnir ces bords (Pl. I, 17). Par son mésophylle E, *C. alba* détone aussi au milieu des *Pallescentes*. Toutefois, une observation sur l'échantillon 10 nous a rappelé *C. pilosa*, c'est la présence à la face supérieure de rares poils raides.

Comme *C. alba* habite des localités qui lui feraient supposer plutôt des feuilles larges, nous attribuons sa structure xérophile à une parenté assez proche avec les espèces indiquées ci-dessus, qu'elle ira tout naturellement rejoindre dans une classification anatomique. Du reste, la morphologie relève aussi plus d'un caractère commun à *C. alba* et à *C. pauciflora*.

C. nitida. — *C. nitida* présente le caractère général des *Pallescentes*, soit un mésophylle 2-3 II et une forme de limbe VII. Tous les caractères principaux confondent *C. nitida* avec *C. sparsiflora-ustulata*, surtout les larges cordons scléreux des faisceaux I. On pourrait le considérer comme la forme des altitudes moyennes, l'autre habitant les hauteurs, mais d'après l'anatomie foliaire il ne semble y avoir ici qu'une seule et même espèce.

C. pallescens. — Le type de la tribu participe d'un peu tous les caractères de ses congénères et ne peut se distinguer de chacun d'eux qu'assez superficiellement. Tout d'abord, on le reconnaît facilement à la présence sur la face inférieure de poils atteignant jusqu'à 0^{mm},45 de long, c'est-à-dire restant toujours deux fois plus courts que ceux de *C. pilosa*. Le mésophylle est à peine plus large à la face supérieure, soit 1 1/5 II.

La tribu des *Pallescentes* ne brille pas par son ensemble et serait difficilement caractérisée par quelques traits généraux. Par contre, il est d'autant plus facile de classer les espèces. Nous le faisons comme suit :

Forme IV ou VI, faisceaux V et XI		<i>C. alba</i>
Forme VII VIII ou IX	{ Mésophylle 1 ¹ / ₂ B { Mésoph. H { Des poils { Poils de 1 ^{mm} et plus . . . { » de moins de 0 ^{mm} ,5 . . . { Pas de poils	<i>C. panicca</i>
		<i>C. pilosa</i>
		<i>C. pallescens</i>
		<i>C. sparsiflora</i>
		<i>C. nitida</i>

22. *Glaucæ*, Aschers.

C. flacca. — *C. flacca*, quoique très ubiquiste, présente une remarquable unité de structure. Le plus saillant des caractères est offert par les faisceaux où le type I est représenté seul ou en très forte majorité. Ces faisceaux ont une gaine complète de parenchyme incolore dont certaines cellules se développent particulièrement et présentent sur la coupe la forme de gros trous ronds bordant les cordons scléreux. Le mésophylle est E. L'appareil stomatique de *C. flacca* est le plus compliqué parmi les *Carex*, les stomates sont du type I, rarement III. La forme VII ou VIII indique la parenté de *C. flacca* avec les tribus voisines dont il est si distinct par les autres caractères.

C. clareformis. — Par l'ensemble de ses caractères, *C. clareformis* ne diffère nullement de *C. flacca*, auquel plusieurs floristes le rattachent du reste. Toutefois le n° 55 présente un mésophylle 2B et le n° 57, un mésophylle 2H. Ces divergences sont évidemment importantes, mais comme tous les autres caractères sont absolument ceux de *C. flacca* et qu'il n'existe aucune espèce à laquelle nous puissions rattacher ces exemplaires, nous considérons ceux-ci comme ayant conservé des restes de parenté avec des *Pallescentes*, telles que *C. panicea* ou *C. sparsiflora*, et nous réunissons *C. clareformis* à *C. flacca*. (Voir plus loin *C. riparia*.)

23. *Approximatæ*, Reichbg.

C. tomentosa. — Cette espèce se relie étroitement aux *Glaucæ*, dont elle reproduit tous les caractères.

Elle ne s'en distingue que par la largeur du limbe, qui, chez *C. flacca*, dépasse 3 mm., tandis que chez *C. tomentosa* il atteint rarement cette dimension, et surtout par les stomates. Chez *C. tomentosa* ceux-ci ont une longueur de 35 à 39 μ , chez *C. flacca* de 20 à 35 μ ; les quantités par millimètre carré sont, par contre, respectivement de 75 à 90 et de 110 à 300. Le mésophylle qui, parfois, devient presque $1\frac{1}{5}$ II, ainsi que le limbe VII ou VIII rappellent les autres *Approximatae*.

C. pilulifera. — Cette espèce est très proche de *C. nitida* et consorts. Elle s'en distingue uniquement par le fait que les faisceaux secondaires sont repoussés à la face inférieure. La largeur du limbe dépasse rarement 2 mm. et la forme est parfois VI, ce qui rappelle *C. ericetorum*.

C. montana. — *C. montana* possède tous les caractères de *C. nitida-sparsiflora-ustulata* et ne peut en être distingué que par la largeur du limbe qui n'atteint jamais 2 mm., tandis que chez les trois autres il dépasse toujours 2^{mm},5. Les cordons scléreux sont remarquables par leur extrême largeur.

C. ericetorum. — Nous avons ici un type assez bien défini. Contrairement à ce que nous avons vu chez les précédents, les cordons scléreux sont très longs et très minces, les lacunes aérifères sont placées en partie sous les faisceaux. Nous retrouvons ici des types tels que IV et V à côté de VII ou VIII. La largeur ne dépasse pas treize fois l'épaisseur. C'est ainsi une sorte d'exception dans les *Approximatae*. Par ses faisceaux et son type de limbe, *C. ericetorum* rappelle beaucoup *C. chordorrhiza*, sans que ses faisceaux ten-

dent à passer à I-II à cause de la sécheresse des localités. Nous aurions ainsi l'intermédiaire entre *Chordorrhizæ*, *Approximatæ* et *Frigidæ*.

L'échantillon 103, inscrit comme *C. approximata* diffère sensiblement des autres, son mésophylle est E, les cordons scléreux de ses faisceaux sont larges comme ceux de *C. nitida*, les lacunes aérifères sont exclusivement entre les faisceaux qui le renverraient à *C. sempervirens* des *Frigidæ*, tribu à laquelle *C. cricetorum* est très lié, surtout par *C. firma*.

C. verna se rapproche de *C. montana* par la pluralité des caractères, surtout par la structure des faisceaux, la forme du limbe et la disposition du mésophylle; il rappelle, par contre, *C. cricetorum* par les lacunes aérifères passant au-dessous des faisceaux. On le distingue de ces deux espèces par les irrégularités de l'épiderme supérieur où de grosses cellules bulliformes forment sur la coupe comme des marches d'escalier. Le limbe a plus de 2^{mm},5 de large, ce qui le sépare bien de *C. montana*. La disposition des lacunes et l'épiderme supérieur le distinguent de *C. nitida* et espèces semblables. *C. verna*, par l'ensemble de ses caractères, présente déjà les plus grandes affinités avec la tribu suivante des *Digitatæ*, dont il est le précurseur.

C. polyrrhiza. — *C. polyrrhiza* est assez difficile à définir d'après nos exemplaires. Les caractères communs sont les mêmes que pour *C. verna* et *C. montana*, il se rapproche aussi beaucoup des *Digitatæ*. Le n° 266 présente à sa face supérieure des soies rappelant celles de *C. pallescens*; le n° 267 a un épiderme supérieur à papilles aiguës comme chez *C. verna*. Les

échantillons 266, 267 et 268 se distinguent de *C. montana* parce que leur largeur dépasse 2 mm., de *C. verna* par le mésophylle 1 1/2 H, 3-4 H chez *verna*; le n° 269 n'a que la taille de *C. montana*, mais des lacunes aérifères sous les faisceaux secondaires comme *C. verna*; toutefois ce caractère est plutôt partiel et marque une tendance, de sorte que *C. polyrrhiza* serait à placer entre *C. montana* et *C. verna*.

La tribu des *Approximatæ* est assez homogène, caractérisée avant tout par le mésophylle II, sauf chez la forme de passage *C. tomentosa*. Par contre, la distinction des espèces est des plus hasardeuses et devant un échantillon absolument inconnu il serait permis d'hésiter. Voici comment nous classerons les *Glaucæ* et *Approximatæ* :

Mésophylle II	{ Mésophylle E }		{ Plus de 100 stomates par mm ² }	<i>C. flacca</i>	
	{ Faisc. I, genre <i>flacca</i> (Pl. IV, 15) }		{ Moins }	<i>C. tomentosa</i>	
	{ entre faisc. }	{ Lacunes { Faisceaux secondaires vers la face inférieure }		<i>C. pilulifera</i>	
		{ } centrés }		<i>C. montana</i>	
		{ Cordons scléreux très longs, très minces. }		<i>C. ericetorum</i>	
	{ sous faisc. }	{ Cordons scléreux très larges }	{ Epiderme supér. lisse ou irrég., dans ce cas limbe moins large que 2mm,5 }		<i>C. polyrrhiza</i>
			{ Epiderme supér. toujours irrégulier, limbe toujours plus de 2mm,5. }		<i>C. verna</i>

D'après ce qui précède, *C. tomentosa* serait plutôt une *Glaucæ*.

24, *Digitatæ*, Fr.

C. humilis. — Nous rencontrons ici pour la dernière fois un type sétiforme ou demi-sétiforme. Nous devons attribuer ce fait à une adaptation. *C. humilis* habite les rochers calcaires ensoleillés et fleurit au

premier printemps dès la fonte des neiges, c'est-à-dire quand la terre est humide. Cela expliquerait la structure plutôt hygrophile de l'intérieur ainsi que le nombre assez considérable des stomates. Vers l'été, le terrain devenant très sec, la forme xérophile des feuilles devient très utile. Comme qu'il en soit, *C. humilis* ne saurait jamais être confondu avec d'autres *Carex*. Par son limbe II, IV ou VI, il se distingue immédiatement des autres *Digitatae*; pour le reste, on le reconnaît immédiatement à son mésophylle 3-4 II, et surtout à ses faisceaux très allongés, oblongs, où les deux séries de vaisseaux primaires apparaissent avec une netteté remarquable. (Pl. V, fig. 1.)

C. gynobasis. — Par l'ensemble de ses caractères, *C. gynobasis* fait bien suite à *C. humilis*. Il s'en distingue par son limbe type VII ou VIII qui, rarement du reste, dépasse 2 mm. de largeur. Les faisceaux ont une partie cribrovasculaire identique à celle de *C. humilis*, mais la partie fibroscléreuse est beaucoup plus large et massive. *C. gynobasis* se distingue de *C. ornithopoda* en ce que les lacunes aérifères sont toujours placées entre les faisceaux, chez *C. ornithopoda* sous les faisceaux.

C. ornithopoda et *C. digitata*. — Nous réunissons ces deux espèces qui, d'après l'anatomie foliaire, se confondent parfaitement, tous leurs caractères étant identiques. Les faisceaux moins allongés que ci-dessus ont des cordons scléreux larges et montrent encore fort bien les deux séries de vaisseaux. Le mésophylle est 4-5 II, les lacunes sont au-dessous des faisceaux secondaires, ceux-ci étant repoussés contre l'épiderme supérieur jusqu'à le toucher presque.

La tribu des *Digitatæ* forme un tout des plus homogènes, ce que l'on peut fort bien attribuer au genre de vie identique des trois espèces. Cette tribu est caractérisée par les faisceaux et le mésophylle 3-5 H. Nous avons déjà vu avec *C. verna* les liens unissant les *Digitatæ* aux *Approximatæ*. Il est plus difficile de trouver des points d'attache de l'autre côté: on n'en trouve guère que chez *C. punctata*, une *Fulvellæ*.

Il est facile de distinguer comme suit les *Digitatæ* entre elles :

Limbe (II) IV ou VI.	<i>C. humilis</i>
Limbe VII {	Lacunes aérifères entre faisceaux <i>C. gynobasis</i>
ou VIII {	» » sous » <i>C. ornithopoda</i>
	<i>C. digitata</i>

H. ODONTOSTOMÆ, FR.

25. *Frigidæ*.

C. firma. — *C. firma* se relie d'abord à *C. ericetorum* par la forme, les faisceaux et le mésophylle $1\frac{1}{2}$ H unique de cette sorte chez les *Frigidæ*, dont *C. firma* se sépare ainsi. Il diffère de *C. ericetorum* par les lacunes aérifères qui ne passent jamais sous les faisceaux secondaires et par des cordons scléreux longs aussi, mais plus larges (Pl. IV, 14). C'est ainsi une espèce intermédiaire.

C. ferruginea. — Cette espèce rappellerait davantage *C. gynobasis* par la forme, mais s'en distingue par le mésophylle E et les faisceaux I à gaine de parenchyme incolore accompagnant les cordons scléreux jusqu'à l'épiderme supérieur. Ces mêmes caractères le séparent de *C. firma*

C. tenax. — *C. tenax* présente tous les caractères de *C. ferruginea* et a été réuni à cette espèce par Christ. Nous ferons de même en faisant remarquer toutefois qu'une divergence épidermique pourrait les séparer. En effet, on trouve toujours sur l'épiderme supérieur de *C. tenax* de grosses papilles bulliformes plus ou moins aiguës ou arrondies, isolées (Pl. III, fig. 7 et 9) qui manquent chez *C. ferruginea*.

C. tenuis. — Ici encore, nous retrouvons l'ensemble des traits de *C. ferruginea*. Nous ferons les mêmes observations que pour *C. tenax*. Mais ici les trichomes sont toujours aigus, par groupes (Pl. III, fig. 3 et 6), en outre des stomates en petit nombre peuvent se rencontrer à la face supérieure.

C. sempervirens. — *C. sempervirens* a été aussi déjà confondu avec *C. ferruginea*, duquel, anatomiquement, il ne diffère que fort peu. La forme du limbe, toujours V ci-dessus, devient parfois VII; la gaine de parenchyme, conducteur des faisceaux I, est toujours incomplète, les cordons scléreux supérieurs sont longs et larges comme ceux de *C. firma*, tandis que chez les précédents le faisceau lui-même est large et les cordons plus courts. Ainsi *C. sempervirens* sert d'intermédiaire entre *C. firma* et *C. ferruginea*.

C. frigida. — Cette espèce rappelle *C. sempervirens* par tout son ensemble. Elle s'en distingue parce que les faisceaux secondaires sont légèrement repoussés vers la face inférieure et surtout par les cordons scléreux supérieurs, qui sont minces, d'un tissu lâche, tendant à I-II, étant ainsi avant-coureur de *C. Oederi*. *C. frigida* sert de passage des *Frigida* aux *Fulcella*.

C. fimbriata. — *C. fimbriata*, très semblable aux précédents, s'en distingue immédiatement par le mésophylle $1\frac{1}{2}$ -2 B qui annonce déjà *C. distans* d'entre les *Fulvellæ*. Comme chez *C. frigida*, les petits faisceaux sont repoussés vers la face inférieure, mais plus fortement. Les faisceaux I rappellent *C. semper-virens*.

Nous sommes ici en présence d'une tribu formant un bloc d'une grande homogénéité. Elle est caractérisée surtout par la forme du limbe V ou VII, par les faisceaux série I, par le mésophylle E, par le petit nombre des stomates. Les exceptions ne se rencontrent que chez les espèces limites *C. firma* et *C. fimbriata*.

Quant à savoir si nous réunirons *C. tenax* et *C. tenuis* à *C. ferruginea* la chose est peu importante; peu importe le nom, si les faits sont reconnus. Nous choisisons un moyen terme en réunissant *C. tenax* à *C. tenuis* et en laissant *C. ferruginea* seul. Nous nous basons pour cela sur le fait qu'un des échantillons de *C. tenuis* n'a montré que des trichomes isolés et que chez *C. tenax*, à côté des papilles sphériques, on en trouve d'aiguës comme celles de *C. tenuis*.

En conséquence, voici comment nous classons les *Frigidæ* :

Mésophylle $1\frac{1}{2}$ II	<i>C. firma</i>
	Gaine deparench.
	incolore partielle <i>C. sempervirens</i>
	Gaine complète . <i>C. ferruginea</i>
Mésoph. E } Petits faiscc. { Pas de trichomes	
	Des trichomes locaux à la face supér. <i>C. tenuis</i>
	Petits faisceaux repoussés vers la face inférieure <i>C. frigida</i>
Mésophylle $1\frac{1}{2}$ -2 B	<i>C. fimbriata</i>

Cette grande similitude de forme est due sans doute au fait que toutes les *Frigida* habitent des localités xérothermiques par leur altitude ou par leur exposition.

26. *Fulvellæ*, Fr.

C. flava. — Pour notre étude, nous séparons tout de suite *C. flava* de *C. lepidocarpa* et de *C. Oederi*, qui, ainsi que nous le verrons, en diffèrent anatomiquement. *C. flava*, *sensus strictus*, se rapproche des *Frigida*, surtout par le mésophylle E, ce qui le distingue des autres *Fulvellæ*. Les faisceaux I rappellent surtout ceux de *C. fimbriata*. La forme n'est plus jamais V, toujours VII ou VIII, les stomates sont plus nombreux. *C. flava* est donc bien à placer en tête de la tribu.

C. lepidocarpa. — Cette forme est par la presque totalité des floristes confondue avec *C. flava*, mais elle en diffère pourtant. Le mésophylle est $1\frac{1}{4}$ B au moins, les faisceaux I sont plus allongés avec de longs cordons scléreux, plutôt courts chez *C. flava*. Ces caractères rapprochent *C. lepidocarpa* de *C. distans* avec lequel nous le confondrons.

C. Oederi. — Plusieurs auteurs séparent *C. Oederi* de *C. flava* et ils ont raison. Les divergences anatomiques sont notables. Le mésophylle est $1\frac{1}{4}$ -2 B et les faisceaux I ont passé à I-II, la forme du limbe est presque toujours VIII. *C. Oederi* se rapproche ainsi davantage des tribus suivantes et mérite naturellement de constituer une espèce spéciale.

C. Hornschuchii. — Ce que les morphologistes entendent sous ce nom nous paraît être assez peu clair en

comparant leurs idées respectives et nos divers échantillons. Après mûr examen, nous sommes persuadé qu'il ne reste qu'une chose à faire, considérer *C. Hornschuchii* comme variété de *C. distans*, ainsi que l'a fait *Hooker*, ajouter à *C. flava* le n° 170 avec mésophylle E et à *C. Oederi* le n° 171 avec faisceaux I-II. Mais il reste le n° 172, forme VI, sans faisceaux I ni I-II : nous l'unirons à *C. Oederi* n° 134, qui présente les mêmes caractères et nous leur donnerons le nom de *C. Hornschuchii*. Nos espèces seraient en conséquence ainsi constituées :

C. flava = *C. flava* + *C. Hornschuchii* 170.

C. Oederi = *C. Oederi* nos 132 et 133 + *C. Hornschuchii* 171.

C. Hornschuchii = *C. Oederi* n° 134 + *C. Hornschuchii* 172.

C. distans = *C. lepidocarpa* + *C. Hornschuchii* 168 et 169 + *C. distans*.

C. distans. — *C. distans* ne présente plus que les formes de limbe VIII et IX typiques des tribus suivantes. Les faisceaux et leurs cordons scléreux sont très allongés, ce qui rappelle les précédents; le mésophylle est $1\frac{1}{2}$ B.

C. punctata. — Cette espèce se distingue des précédentes par son mésophylle $1\frac{1}{4}$ -3II rappelant les *Digitatae*. La forme des faisceaux I est assez variable, ils peuvent même être identiques à ceux de *C. contigua*. Le limbe est des types VII-VIII ou IX, donc bien de la tribu.

Les *Fulvellæ*, passage des formes ubiquistes ou xérophiles aux formes hygrophiles, sont naturellement

peu fixes, d'où le manque d'unité dans les classifications suivant les organes considérés. Nous les classons comme suit :

Pas de faisceaux I ni I-II, limbe VI ou VII moins de 11 : 1		<i>C. Hornschachii</i>	
Faisceaux I ou I-II	Faisceaux série I	Mésophylle $1\frac{1}{4}$ -3 II	<i>C. punctata</i>
		" E	<i>C. flava</i>
		" $1\frac{1}{4}$ 2 B, faisceaux I	<i>C. distans</i>
		Faisceaux série I-II, mésophylle $1\frac{1}{4}$ -2 B, fais. I-II	

Une classification rationnelle des *Fulcellæ* ne sera naturellement établie qu'après étude de tous les organes.

27. Strigosæ, Fr.

C. capillaris. — Par sa forme VII, son mésophylle E, *C. capillaris* rappelle les *Frigidæ*, surtout *C. frigida* et *C. flava* parmi les *Fulcellæ*. Il s'en distingue par les faisceaux I, dont l'ensemble, cordons fibroscéreux compris, a la forme particulière d'un entonnoir très large à la face inférieure, très mince à la face supérieure. Les faisceaux secondaires sont repoussés vers la face supérieure comme chez *C. ornithopoda*, quoique moins fortement, c'est une parenté avec les *Digitatæ*. *C. capillaris* rappelle aussi beaucoup *C. contigua*, dont les faisceaux sont presque semblables. En somme, *C. capillaris* tient d'un peu toutes les tribus, comme il convient à une espèce limite.

C. silvatica. — Cette espèce rappelle *C. capillaris* par le mésophylle E et les faisceaux de la série I. Ces faisceaux sont encore très larges, mais elliptiques, les cordons scléreux supérieurs quelque peu étranglés. La forme du limbe VII, VIII ou IX rappelle soit *C. capillaris*, soit *C. pendula*. Le nombre des stomates est petit, ne dépassant pas 80 par millimètre carré.

C. strigosa. — Hooker l'a dit, *C. strigosa* est étroitement allié à *C. silvatica*, tant par la forme du limbe VIII ou IX que par le mésophylle E. Mais il habite des forêts plus humides et ses faisceaux ont passé au type II, ce qui le rapproche de *C. pendula*. Il diffère de ce dernier par des stomates moins nombreux du type VII.

Pour distinguer ainsi *C. silvatica* et *C. strigosa*, nous enlevons *C. silvatica* n° 312 avec faisceaux II et *C. strigosa* n° 321 avec faisceaux I pour les faire passer chacun dans l'espèce respectivement opposée.

C. pendula. — De même que *C. pendula* est la plus belle espèce morphologique, de même pour l'anatomiste elle est la plus intéressante par la clarté de ses coupes. Les cellules du mésophylle sont les plus grandes chez nos *Carex*, puisqu'on n'en compte que de 2500 à 3000 par millimètre carré. *C. pendula* est le plus beau représentant des feuilles du type IX et des faisceaux du type II. Il est la suite toute naturelle de *C. strigosa*, dont il diffère par la taille, par le nombre et le type des stomates. Il a de commun avec les autres *Strigosæ* le mésophylle E.

Cette tribu est une de celles où nous voyons le mieux se faire un développement harmonique par des passages bien gradués, de sorte qu'avec deux seuls intermédiaires on passe d'une espèce telle que *C. capillaris* à une toute différente, telle que *C. pendula*. La tribu n'est pas homogène, anatomiquement, mais bien philogénétiquement. Il est en conséquence très facile de classer les quatre espèces comme suit :

Mésophylle E. 1 et 2.

1. Stomates VII. 3 et 4.

- | | | | |
|----|-----------------|--|----------------------|
| 1. | 3. Faisceaux I | { Limbe large de moins de 3 mm., type VII | <i>C. capillaris</i> |
| | | { " de plus de 3 mm., des types VIII ou IX, rarement VII | <i>C. silvatica</i> |
| | 4. Faisceaux II | { Limbe large de 5 à 8 mm. des types VIII ou IX | <i>C. strigosa</i> |
| | | { Limbe large de 1 ^{cm} ,5 à 2 cm., toujours du type IX: faisceaux II | <i>C. pendula</i> |
| 2. | Stomates III | | |

28. Lasiocarpæ, Fr.

C. hirta. — Nous sommes maintenant en plein dans les espèces hygrophiles à faisceaux I-II et II, pour n'en plus sortir. *C. hirta*, du reste, est une espèce assez variable, puisque le limbe passe par les types VI, VII et VIII et que le mésophylle est tantôt E, tantôt 3B. Cela s'explique aisément, du reste, si l'on songe que cette espèce est le lien qui unit les *Strigosæ* au mésophylle E et limbe VIII ou IX avec *C. filiformis* à limbe III, ainsi qu'avec les *Vesicariæ* toujours au mésophylle B. A travers toutes ces variations, *C. hirta* conserve deux caractères fixes, des faisceaux II ou I-II et surtout des soies sinuées ornant la face inférieure et atteignant 0^{mm},7. Les denticules de ces trichomes les différencient immédiatement de ceux de *C. pilosa* et de *C. pallescens*. Un des échantillons montre déjà quelques rares cellules stomatiques à la face supérieure.

C. filiformis. — De tous nos *Carex*, c'est celui-ci qui présente la coupe la plus caractéristique, limbe III et faisceaux I-II. Tous les exemplaires examinés sont d'une similitude complète. Le mésophylle 3B appelle les *Vesicariæ*, ainsi que la présence chez trois échan-

tillons de stomates peu nombreux à la face supérieure. *C. filiformis* est très intéressant. Extérieurement, il est xérophile par son limbe demi-sétiforme et par ses stomates peu nombreux, de 45 à 110 par millimètre carré. Intérieurement, il est hygrophile, les lacunes aérifères occupent au moins les quatre cinquièmes de l'intérieur, le mésophylle est remplacé en grande partie par du parenchyme incolore. Nous rappelons ici ce que nous avons dit en parlant des stomates.

La distinction des deux *Lasiocarpæ* est facile à établir :

Faisceaux I-II ou II { 1. Des soies à la face inférieure.
2. Pas de soies.

1. Limbe VI, VII ou VIII, mésophylle E ou 3B . *C. hirta*
2. { Limbe III, mésoph. toujours 3B, généralement
des stomates à la face sup., jamais de soies . *C. filiformis*

29. *Vesicariæ*, Fr.

C. rostrata. — *C. rostrata* dérive directement de *C. filiformis* par le mésophylle 3-4B et par les faisceaux I-II. Il s'en distingue par la forme du limbe V, rarement VIII et par les stomates III sur les deux faces, mais beaucoup plus nombreux à la face supérieure. *C. rostrata* tient aussi de *C. paniculata* et de *C. Goodenoughii*. Par l'ensemble de ses caractères, *C. rostrata* se relie étroitement aux autres *Vesicariæ*.

C. vesicaria. — Quelques auteurs ont identifié cette espèce avec la précédente. Ce n'est pas exact, car elles présentent maintes divergences. *C. vesicaria* a toujours un limbe VIII ou IX, des stomates du type VII, toujours très clairsemés, rares à la face

supérieure, un mésophylle $4\frac{1}{4}$ B, presque E. Par contre, les faisceaux I-II et les énormes lacunes aëri-fères sont identiques.

C. acutiformis. — *C. acutiformis* a passé complètement au type IX. Le mésophylle est resté 2-4 B et les faisceaux en général I-II. Les stomates des types IV et V ont complètement disparu de la face supérieure. L'échantillon 6 ne montre que des faisceaux de la série I, mais reste bien *C. acutiformis* par les autres caractères, surtout par ses dimensions, 8^{mm},7 de large et par le grand nombre des faisceaux, soit 47. Nous avons déjà, en parlant de *C. acuta*, relevé sa grande ressemblance avec *C. acutiformis*. Nous ne pouvons ici qu'appuyer là-dessus en rappelant que pour plusieurs floristes il n'y a là qu'une seule et même espèce. Nous sommes aussi de cet avis et, anatomiquement, il convient de réunir *C. acuta*, *C. stricta* et *C. acutiformis*, semblables par leur histologie foliaire. Nous donnerons à l'ensemble le nom de *C. acuta*. Il va sans dire que pour nous cette réunion ne se base que sur les feuilles étudiées.

C. riparia. — Cette espèce se rapproche surtout de *C. vesicaria* et de *C. rostrata*. La forme typique est VIII. Les stomates se rencontrent sur les deux faces, mais beaucoup plus nombreux à la face inférieure. L'échantillon 294, par ses faisceaux surtout, rappelle absolument *C. flacca* var. *claviformis*; comme lui, il n'a pas de stomates à la face inférieure. Or, chez *C. flacca*, la règle est le mésophylle E, tandis que *C. claviformis* n° 55 a un mésophylle 2 B. Nous réunirons cet exemplaire à *C. riparia* 294 pour reconstituer l'espèce *C. claviformis*, laissant à *C. flacca* les

nos 56 et 57. Nous aurions ainsi l'intermédiaire entre *Glaucae* et *Vesicariae*, dont l'habitat est souvent si semblable. Ils dérivent sans doute les uns des autres.

C. Pseudocyperus. — *C. Pseudocyperus* est en tout semblable à *C. vesicaria*, sauf que le mésophylle est bien 2 B et que la largeur du limbe qui, chez *C. vesicaria*, a varié de 4 à 6 mm., s'est montrée ici de 6^{mm},7 à 9^{mm},4, soit sensiblement plus considérable. Par sa taille, *C. Pseudocyperus* rappelle *C. riparia* avec des largeurs de 12 à 13 mm. conduisant lui-même à *C. pendula*.

La tribu des *Vesicariae* est ainsi caractérisée surtout par les faisceaux I-II et II, par le mésophylle B, par le grand développement des lacunes aérifères occupant presque régulièrement les neuf dixièmes de la feuille, par la présence assez générale de stomates sur les deux faces. Par contre, les types de stomates sont variés et donnent un excellent critère pour les espèces.

Stomates III sur deux faces, plus nombreux à la face supér.		<i>C. rostrata</i>
Stomates divers peu nombreux ou nuls à la face supérieure	Stomates III.	<i>C. riparia</i>
	IV ou V.	<i>C. acuta</i>
		(v. <i>acutiformis</i>)
	Limbe de moins de 6 ^{mm} ,5 de large	<i>C. vesicaria</i>
	Stomates VII	Limbe large de 6 ^{mm} ,5 et plus. <i>C. Pseudocyperus</i>

Nous donnons plus loin le tableau d'ensemble des *Heterostachyæ*, puis quelques remarques sur les principaux *hybrides*. Il nous reste encore auparavant à dire notre impression sur le développement de ce groupe.

Les *Heterostachyæ*, plus encore que les *Homostachyæ*, nous ont montré une série rationnelle et des rapports normaux et insensibles entre tribus, de sorte que la série anatomique correspond bien à la série morphologique.

Dans cette étude, nous avons fait un accroc à notre règle fondamentale de n'utiliser que des feuilles radicales de tige fertile et cela chez *C. pilosa*, où ces feuilles ne sont plus que des écailles. Nous avons préféré l'analogie à l'homologie physiologique et avons pris pour cette espèce des feuilles de rejets stériles, puisqu'elles ont le principal rôle assimilateur. Chez *C. alba* et *C. ornithopoda-digitata*, ce sont les feuilles caulinaires inférieures seules qui sont si réduites, les feuilles basilaires existent dans toute leur intégrité. L'examen nous a, du reste, montré que c'était la vraie solution.

Un autre point qui aura sans doute frappé, c'est le nombre relativement grand des espèces qu'il a fallu réunir et fusionner. Nous nous y attendions et nous avons même trouvé ces cas plutôt rares. Les différences morphologiques sont en effet parfois si minimes entre deux espèces des mêmes localités qu'il est évident *a priori* qu'il ne doit pas y correspondre des divergences anatomiques bien considérables. Le contraire est plus fréquent, des espèces très distantes dans les flores montrent une grande analogie foliaire et ont dû être réunies; il paraît que dans ce cas l'adaptation n'a modifié que la fleur.

TABLEAU D'ENSEMBLE DES HÉTÉROSTACIYÈS

FAISCEAUX SÉRIE 1. 1 et 2.

	Faisceaux genre <i>C. flacca</i>	Mésophylle E Mésophylle B	{ Plus de 100 stomates par mm ² Moins "	<i>C. flacca</i> <i>C. tomentosa</i> <i>C. claviformis</i>
2.	Autres faisceaux. 3 et 4.			
3.	Pas de faisceaux I	Mésophylle E Mésophylle B		<i>C. alba</i> <i>C. Hornschuchii</i>
4.	Des faisceaux I, 5, 6 et 7.			
5.	Mésophylle II, 8, 9 et 10		{ Limbe plus large que 2mm,5 " moins "	<i>C. punctata</i> <i>C. pilulifera</i>
8.	Petits faisceaux repoussés à la face inférieure		{ Faisceaux second. fortement repoussés " légèrement "	<i>C. ornithopoda</i> <i>C. verna</i>
9.	Petits faisceaux repoussés à la face supérieure			<i>C. pilosa</i> <i>C. pallescens</i>
	Des poils de 1mm et plus, aussi sur les bords			<i>C. humilis</i> <i>C. gynobasis</i>
	" de 0mm,5 et moins, jamais sur les bords			<i>C. ericetorum</i> <i>C. polyrrhiza</i>
	{ Faisceaux cribrovasculaires très allongés, oblongs, avec (Limbe (II), IV et VI 2 séries de vaisseaux prim. particulièrement bien visibles) " VII ou VIII. Lacunes acérifères sous faisceaux. Cordons scléreux très minces. Lacunes tendant à passer sous faisceaux. Cordons sclér. très larges			<i>C. firma</i> <i>C. irrigua</i>
10.	{ Pas de poils ou de rares soies isolées Faisceaux ellipt. avec séries ± visibles Lacunes toujours entre faisceaux Cordons de longueur moyenne Cordons très larges		{ Limbe plus large que 2mm,5 Limbe plus étroit que 2mm.	<i>C. nitida</i> <i>C. montana</i>
6.	Mésophylle E, 11 et 12.			
11.	Petits faisceaux repoussés à la face inférieure		{ Plus de 100 stom. par mm ² , limbe VII, Moins " " V ou VII	<i>C. Vahlia</i> <i>C. frigida</i> <i>C. tenuis</i> <i>C. ferruginea</i>
	Des trichomes locaux, isolés ou en groupes			
	% / Gaine de parenchyme incolore complète.			

Hybrides.

C. Laggeri = C. foetida $\times$ lagopina.

Nous avons examiné deux échantillons de cette forme qui a été déjà assimilée à *C. repens*. L'anatomie foliaire ne dit rien de précis. Un fait à signaler tout d'abord est l'absence de faisceaux V ou VII chez *C. Laggeri*, tandis que chez les deux parents il existe l'un ou l'autre. Pour tous les autres caractères, *C. Laggeri* peut bien être l'hybride indiqué, mais ces caractères le rapprochent tout autant de *C. repens*. En somme, pour fixer la descendance de cette espèce, il est de toute nécessité de recourir à d'autres organes.

C. Zahnii = C. lagopina $\times$ Persoonii.

Les deux parents ne diffèrent guère entre eux que par la forme du limbe plus ramassée chez *C. lagopina*. Chez *C. Zahnii*, elle tient le milieu. Pour tous les caractères il y a concordance complète, de sorte que la place occupée par *C. Zahnii* ressort déjà clairement de la simple anatomie foliaire. Notons toutefois que les cellules épidermiques des deux faces, ainsi que les stomates, sont plus grandes chez l'hybride que chez les parents respectifs.

C. Ohmüllerii = C. brizoides $\times$ remota.

Les parents sont de nature assez divergente, de sorte qu'il peut être intéressant de rechercher les affinités de l'hybride avec chacun d'eux.

La forme VII du limbe rappelle *C. brizoides*, les faisceaux V et XI prédominants sont de *C. remota*; les lacunes tendant à passer sous les faisceaux, ainsi que les faisceaux secondaires repoussés à la face supérieure, tiennent de *C. brizoides*, l'épiderme de même, ainsi que les stomates. La disposition du mésophylle E chez les deux parents se retrouve chez l'hybride. D'une manière générale, la nature hybride de *C. Ohmüllerii* est nette; cette forme tient davantage de *C. brizoides* que de *remota*.

***C. Favrati* = *C. echinata* × *paniculata*.**

L'échantillon que nous avons étudié a montré tous les caractères de *C. paniculata*. Nous n'ajouterons rien à cette constatation.

***C. Gaudinii* = *C. dioica* × *echinata*.**

Les deux exemplaires se sont montrés très différents. Le seul caractère important commun est la présence de faisceaux V et XI exclusivement. Cela confirmerait bien l'idée de Christ de voir dans *C. Gaudinii* un hybride, *C. dioica* n'ayant que des faisceaux XI, *C. echinata*, par contre, que des faisceaux I, V et XI. Par l'ensemble des caractères, par la forme et la disposition du mésophylle surtout, le n° 45 se rapproche beaucoup plus de *C. dioica*, le n° 146, de *C. echinata*.

***C. xanthocarpa* = *C. flava* × *Hornschuchii*.**

Nous avons, en son temps, modifié la signification des deux espèces parentes. Voyons ce qu'il en est avec l'hybride.

Les nos 362 et 363, avec leur forme VIII, leur mésophylle E ou $1\frac{1}{2}$ B, leurs faisceaux I et II, ou I tendant à passer à I-II, sont évidemment des parents de *C. Ederi*; chez 362, le mésophylle E, chez 363, les faisceaux I rappellent *C. flava*. Nous aurions ici naturellement *C. xanthocarpa* = *C. flava* $\times$ *Ederi*.

Le no 364, par ses faisceaux I et V, par son mésophylle E, rappelle *C. flava*, la forme V est plutôt de *C. Hornschuchii*. Nous aurions alors *C. xanthocarpa* = *C. flava* $\times$ *Hornschuchii* ou bien simplement *C. flava*. Pour être sûr, il faudrait examiner d'autres organes encore.

Nous n'en dirons pas davantage sur les hybrides, qui ont, du reste, déjà été étudiés avec plus ou moins de soin.

CONCLUSIONS

Au terme de notre travail, nous ne pouvons nous empêcher de dire quelques mots sur la manière dont nous l'avons compris. Nous n'avons pris de chaque espèce que peu d'échantillons, préférant une œuvre générale sur beaucoup de genres à un travail de bénédictin sur peu de formes. Nous avons pensé que si quatre échantillons concordent, c'est suffisant, et que s'ils ne sont pas d'accord, le désordre est assez grand ainsi. Nous avons travaillé sans préjugés comme sans emballement, notre travail aura donc au moins le mérite de la vérité. Rien n'est brutal comme un fait et les faits font loi, cette maxime a été notre guide.

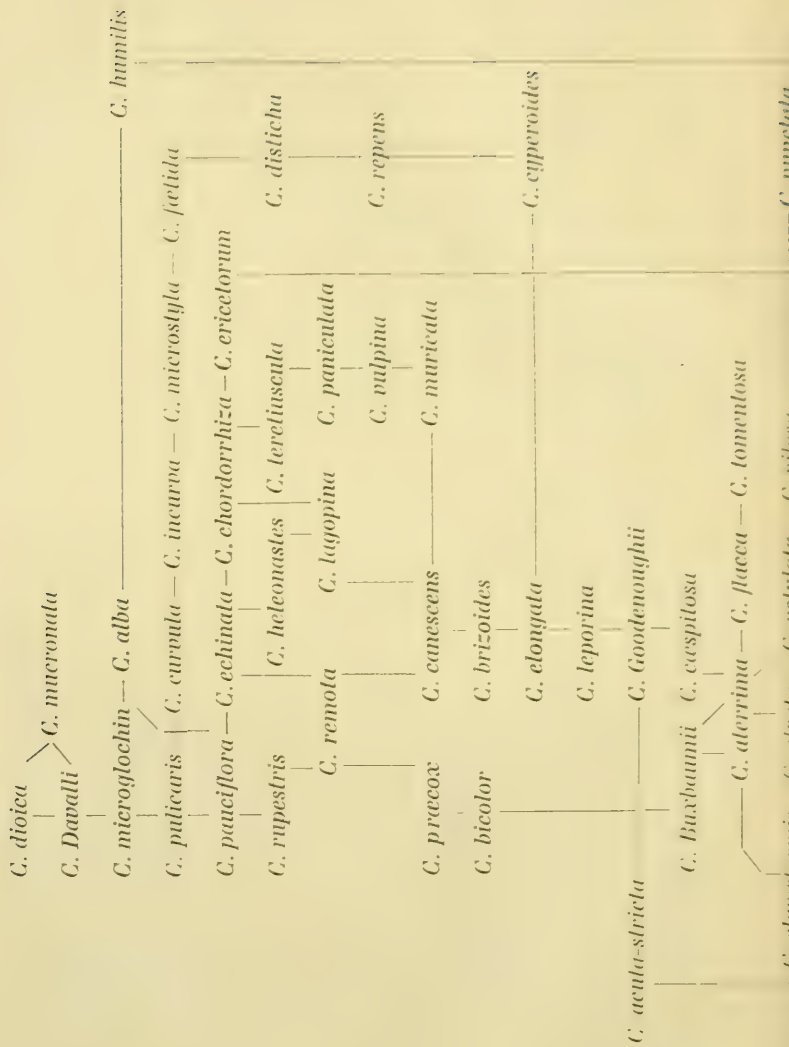
Nous n'avons pas craint de réunir des espèces morphologiquement dissemblables pour établir un système anatomique naturel. Nous donnons à la planche ci-après le résumé de ce système basé sur l'anatomie foliaire, ayant relié par des lignes les espèces parentes. Ces espèces sont évidemment comprises dans le sens où nous les avons établies.

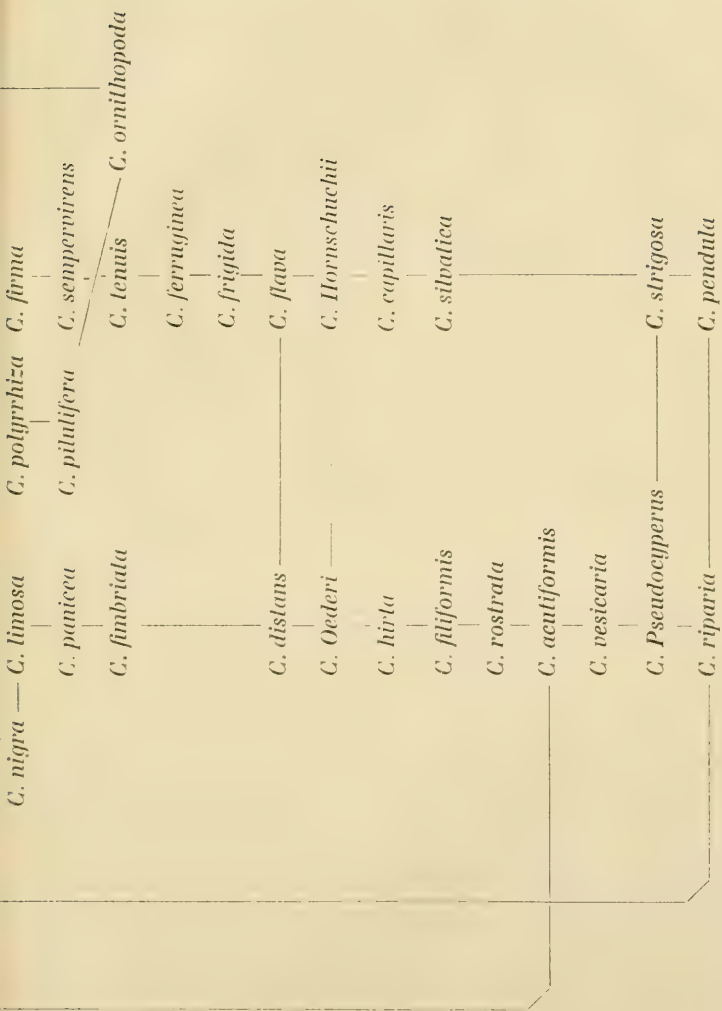
Le premier fait qui se dégage de ce tableau, c'est sa grande concordance avec le système morphologique, même point de départ, même point d'arrivée, les étapes seules sont quelque peu différentes. Nous en tirons la conclusion évidente que nous avons déjà fait sous-entendre plus haut, c'est que l'anatomie et la morphologie sont sœurs, elles doivent s'entraider et non point se combattre.

Un deuxième point à examiner est de savoir si par l'anatomie foliaire seule on peut arriver à établir une classification naturelle des *Carex*. Certainement et c'est facile, il n'y a qu'à réunir sous un même nom les exemplaires qui montrent absolument les mêmes caractères, puis à en établir le système.

C'est ce que nous avons fait pour chacune des trois grandes sections avec assez de succès, mais nous n'irons pas plus loin et nous garderons bien d'appliquer le principe à l'ensemble des *Carex* suisses. Ce n'est pas la peur d'être logique jusqu'au bout, mais l'impression que ce système serait par trop artificiel dans plusieurs cas. La feuille varie moins que l'inflorescence et celle-ci a une plus grande valeur classificative. La feuille est bonne pour rechercher les parentés, nous avons essayé d'en tirer le meilleur parti possible.

Nous avons traité apparemment chaque espèce un





peu légèrement, nous n'avons simplement pas voulu répéter le contenu des tabelles auxquelles nous renvoyons pour plus amples détails. Disons-nous pour finir, en paraphrasant Duval-Jouve : « Un centimètre de la feuille d'un *Carex* suffit à le déterminer »? Non, certes, du moins pas pour plusieurs espèces. Nous avons vu les modifications que peut subir une de ces feuilles de la base du limbe à son extrémité et surtout nous avons vu en maint cas que l'espèce morphologique peut correspondre à trois ou quatre espèces anatomiques ou vice-versa.

Notre conclusion sera celle-ci : « La classification actuelle des *Carex* étant établie par les floristes sur une partie seulement de leurs caractères, une étude anatomique ne la confirmera aussi jamais qu'en partie. Quoique l'anatomie foliaire la confirme dans la plupart des cas, elle n'est pas suffisante et on n'aura toutes raisons de se croire satisfait que le jour où tous les organes, chaume, rhizome et racine, auront fait aussi l'objet d'un examen attentif. »

EXPLICATION DES PLANCHES:

PLANCHE I

1.	Coupe transversale de la feuille de	<i>Carex dioica</i>	81.	75 × 1
2.	»	»	<i>C. Davallii</i>	71. 53 × 1
3.	»	»	<i>C. humilis</i>	173. 71 × 1
4.	»	»	<i>C. incurva</i>	179. 48 × 1
5.	»	»	<i>C. paniculata</i>	249. 45 × 1
6.	»	»	<i>C. filiformis</i>	111. 63 × 1
7.	»	»	<i>C. digitata</i>	76. 27 × 1
8.	»	»	<i>C. Hornschuchii</i>	168. 45 × 1
9.	»	»	»	»
10.	vers la pointe de la feuille		<i>C. filiformis</i>	114. 90 × 1
11.	Coupe transversale de la feuille de	<i>C. Buxbaumii</i>	35.	36 × 1
12.				67 × 1
13.	{	Coupes transversales de la feuille de	<i>C. leporina</i>	194. 63 × 1
14.		à partir du milieu du limbe jusque		53 × 1
15.		vers la pointe		63 × 1
16.				71 × 1
17.	Coupe transversale de la feuille de	<i>C. alba</i>	11.	71 × 1

Tous ces dessins sont quelque peu schématisés. Les masses noires représentent le sclérenchyme. L'épiderme est figuré par une ligne double avec indication des grosses cellules du sillon médian. Les lignes en dedans du limbe limitent à leur intérieur les lacunes aérifères entre elles et sur les bords se trouve le mésophylle.

PLANCHE II

1.	Partie médiane du limbe de.	<i>C. flacca</i>	123.	80 × 1
2.	»	»	<i>C. aterrima</i>	14. 75 × 1
3.	»	»	<i>C. elongata</i>	97. 85 × 1
4.	»	»	<i>C. irrigua</i>	182. 71 × 1
5.	»	»	<i>C. vesicaria</i>	351. 75 × 1
6.	»	»	<i>C. flava</i>	129. 80 × 1
7.	»	»	<i>C. stricta</i>	317. 36 × 1
8.	»	»	<i>C. Goodenoughii</i>	149. 71 × 1

9. Bord en coupe du limbe de . .	<i>C. curvula</i> . .	62.	67×1
10. » » . .	<i>C. brizoides</i> . .	27.	90×1
11. » » . .	<i>C. ericetorum</i> . .	102.	117×1
12. » » . .	<i>C. pilulifera</i> . .	263.	90×1
13. » » . .	<i>C. limosa</i> . .	197.	117×1
14. » » . .	<i>C. riparia</i> . .	296.	90×1
15. » » . .	<i>C. pilosa</i> . . .	259.	135×1
16. Bord en profil » . .	<i>C. acuta</i> . . .	1.	80×1
17. » » . .	<i>C. capillaris</i> . .	47.	90×1
18. » » . .	<i>C. ferruginea</i> .	108.	63×1
19. » » . .	<i>C. hirta</i> . . .	165.	80×1
20. » » . .	<i>C. pilosa</i> . . .	260.	63×1
21. Plan de l'épiderme supérieur de	<i>C. pendula</i> . .	250.	} 170×1
22. Coupe » » » . .	» . .	250.	
23. Plan » »	<i>C. acuta</i> . . .	1.	} 170×1
24. Coupe » »	» . .	1.	
25. Plan » »	<i>C. brizoides</i> . .	28.	} 121×1
26. Coupe » »	» . .	28.	

Ces dessins sont plus ou moins schématisés suivant les indications de la planche précédente. Les hachures obliques représentent le mésophylle. Les nos 17, 18 et 19 ne représentent que la silhouette des bords en question.

PLANCHE III

1. Plan de l'épiderme inférieur de .	<i>C. teretiuscula</i> .	331.	144×1
2. » » »	<i>C. bicolor</i> . .	24.	121×1
3. » » supérieur de .	<i>C. tenuis</i> . .	328.	135×1
4. Coupe de » inférieur de .	<i>C. teretiuscula</i>	331.	144×1
5. » » »	<i>C. bicolor</i> . .	24.	121×1
6. » » supérieur de .	<i>C. tenuis</i> . .	328.	198×1
7. Plan de » »	<i>C. tenax</i> . .	326.	198×1
8. » » »	<i>C. polyrrhiza</i> .	266.	117×1
9. Coupe de » »	<i>C. tenax</i> . .	326.	198×1
10. » » »	<i>C. polyrrhiza</i> .	266.	117×1
11. Plan d'un stomate de	<i>C. flacca</i> . .	170.	1700×7
12. Coupe d'un »	» . .	170.	1800×1

13. Plan d'un stomate de	<i>C. heleonastes.</i>	162.	900×1
14. Coupe d'un »	»	162.	1210×1
15. Plan d'un »	<i>C. pendula.</i>	250.	1350×1
16. Coupe d'un »	»	250.	1610×1
17. Plan d'un »	<i>C. ustulata.</i>	339.	800×1
18. Coupe d'un »	»	339.	800×1
19. Plan d'un »	<i>C. caespitosa.</i>	40.	630×1
20. Coupe d'un »	»	40.	1034×1
21. Plan d'un »	<i>C. elongata.</i>	141.	1204×1
22. Coupe d'un »	»	141.	1610×1
23. » »	<i>C. microglochin</i>	199.	990×1
24. » »	<i>C. leporina.</i>	191.	900×1

Les dessins sont simplifiés comme sur les deux planches précédentes. Les hachures verticales sur les plans d'épiderme représentent les faisceaux libéroligneux dans la profondeur. Aux n^{os} 3 et 8 les cellules épidermiques sont complètement schématisées. Le mésophylle vert est représenté par des hachures obliques.

PLANCHE IV

1. Plan d'un stomate de l'épiderme sup ^r de <i>C. filiformis</i> . .	411.	529×1
2. Coupe d'un » » » . .	411.	710×1

Ep. — Epiderme. Pi — Parenchyme incolore. Pv. — Par. vert.

3. Coupe à la face inférieure de	<i>C. microglochin</i>	199.	630×1
4. » »	<i>C. Davallii</i>	70.	770×1
5. » transv. d'une portion du limbe de	<i>C. aterrima</i>	15.	75×1
6. » » »	<i>C. digitata</i>	75.	63×1
7. » » »	<i>C. acutiformis</i>	7.	50×1
8. » » »	<i>C. brizoides</i>	27.	90×1
9. » » du limbe complet de . .	<i>C. rupestris</i>	302.	63×1
10. » » d'une portion du limbe de	<i>C. flacca</i>	122.	63×1
11. » » »	<i>C. vesicaria</i>	259.	63×1
12. » » »	<i>C. Goodenoughii</i>	147.	80×1
13. Schéma des types de faisceaux libéroligneux.			
14. Un des faisceaux du limbe de . . .	<i>C. Buxbaumii</i>	36.	108×1
15. » » » . . .	<i>C. tomentosa.</i>	335.	90×1

16.	Un des faisceaux du limbe de . . .	<i>C. Pseudocyperus</i>	277.	75X1
17.	» » . . .	<i>C. Ohmüllerii</i> .	220.	170X1
18.	» » . . .	<i>C. pilulifera</i> . . .	263.	117X1
19.	» » . . .	<i>C. remota</i> . . .	290.	117X1
20.	» » . . .	<i>C. pallescens</i> . . .	232.	144X1
21.	» » . . .	<i>C. stricta</i> . . .	317.	63X1

Ces dessins ont été plus ou moins simplifiés comme les précédents. La gaine de parenchyme conducteur accompagnant les faisceaux n'a été figurée qu'aux nos 16 et 17, ailleurs elle est confondue en noir avec le sclérenchyme. Les hachures horizontales représentent partout du parenchyme incolore.

Au n° 4, la lettre C désigne les méats intercellulaires du système aérifère; au n° 3, Chs désigne les chambres sous-stomatiques.

Pour les détails relatifs aux nos 14-21, s'adresser à la planche V, qui indique tout le nécessaire.

PLANCHE V

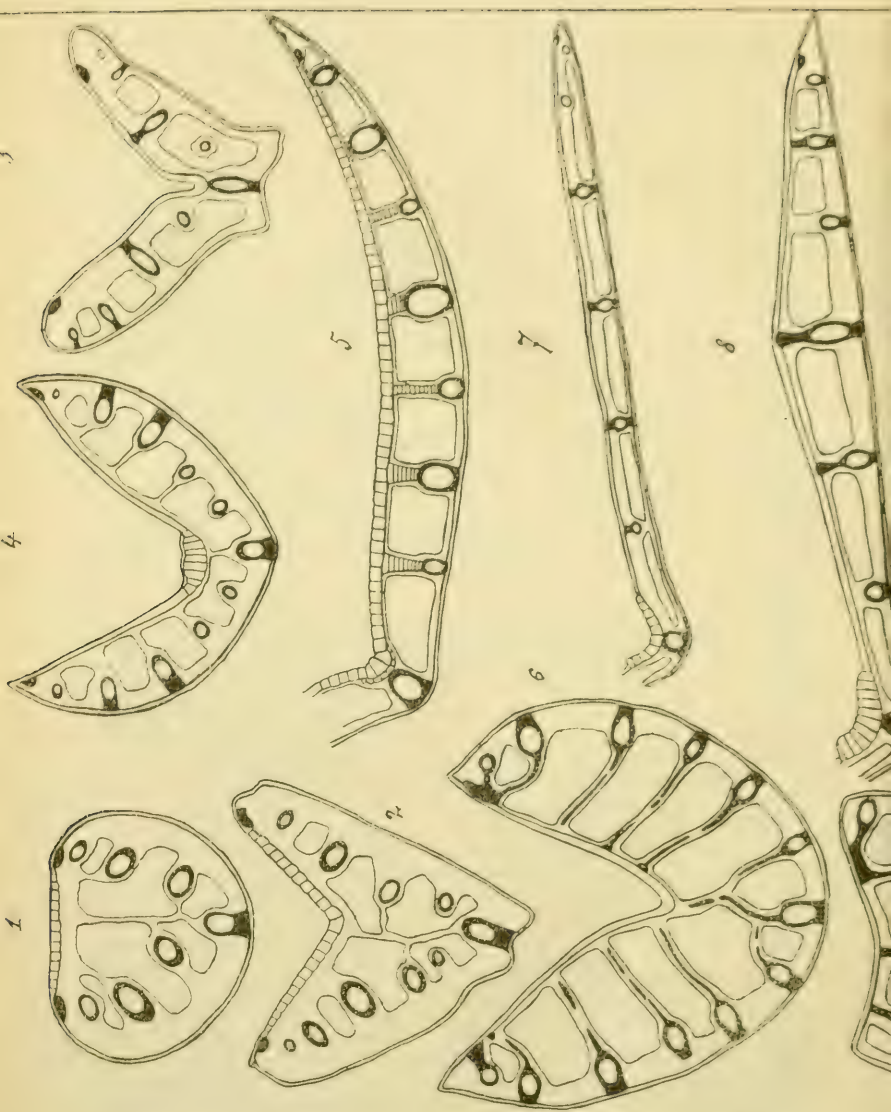
1. Faisceaux libéroligneux de	<i>C. humilis</i>	630X1
2. » »	<i>C. paniculata</i>	390X1
3. » »	<i>C. Davallii</i>	490X1
E. s. = Epiderme supérieur.	Ei. = Ep. inférieur.	
A = Lacunes aérifères.	M. = Mésophylle (Parench. vert).	
Scl. = Sclérenchyme.	End. = Endoderme.	
Pi. = Parenchyme incolore.	Pc. = Parenchyme conducteur.	
H. = Hadrome (Bois).	L. = Liber Leptome.	
Ca. = Cellules annexes des tubes criblés du leptome.		
Vpr. = Vaisseaux primitifs.	Vs. = Vaisseaux symétriques.	
Pl. = Parenchyme ligneux (vasal).	I. = Espace intercellulaire.	
Gr.pr. = Tubes criblés primitifs écrasés.		

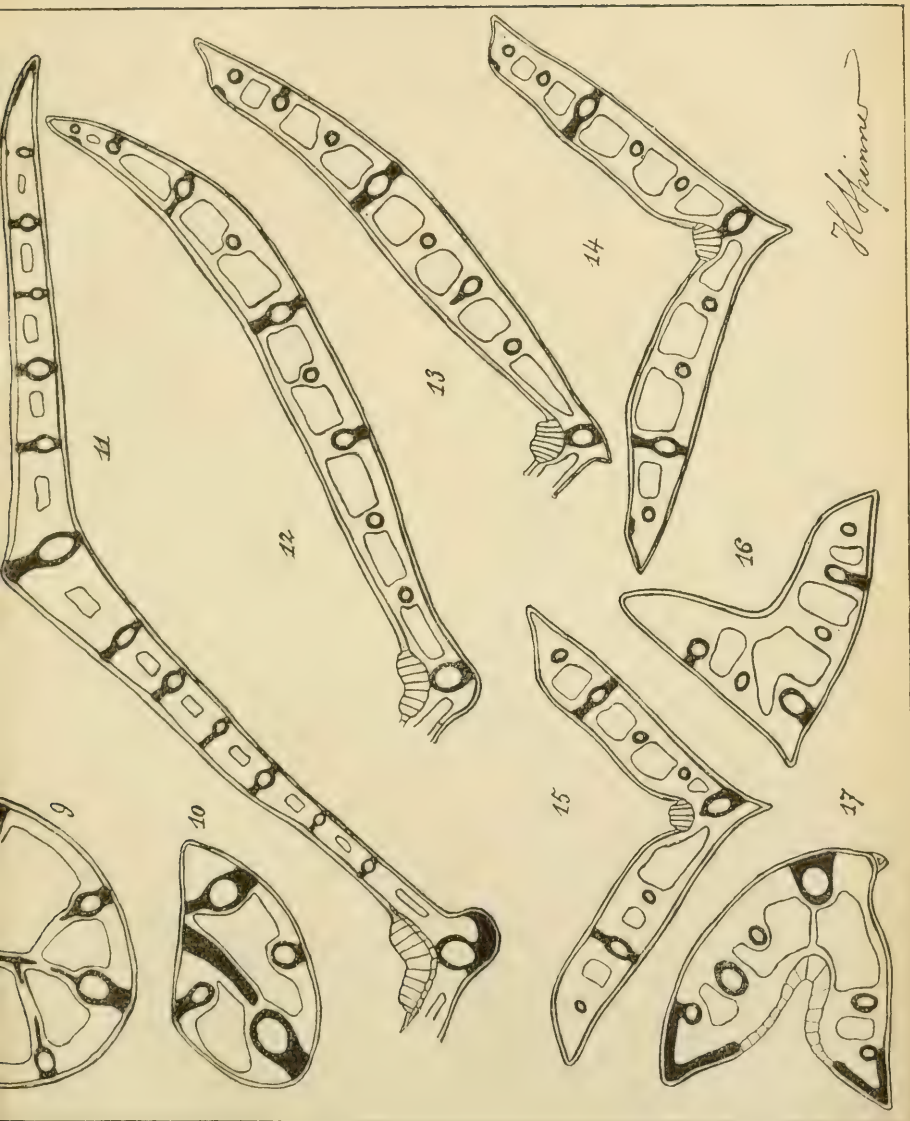
Le parenchyme conducteur Pc. correspond à la « Gaine à amidon ou à sucre » comme la désignent les auteurs allemands (Stärke- oder Zuckerscheide).

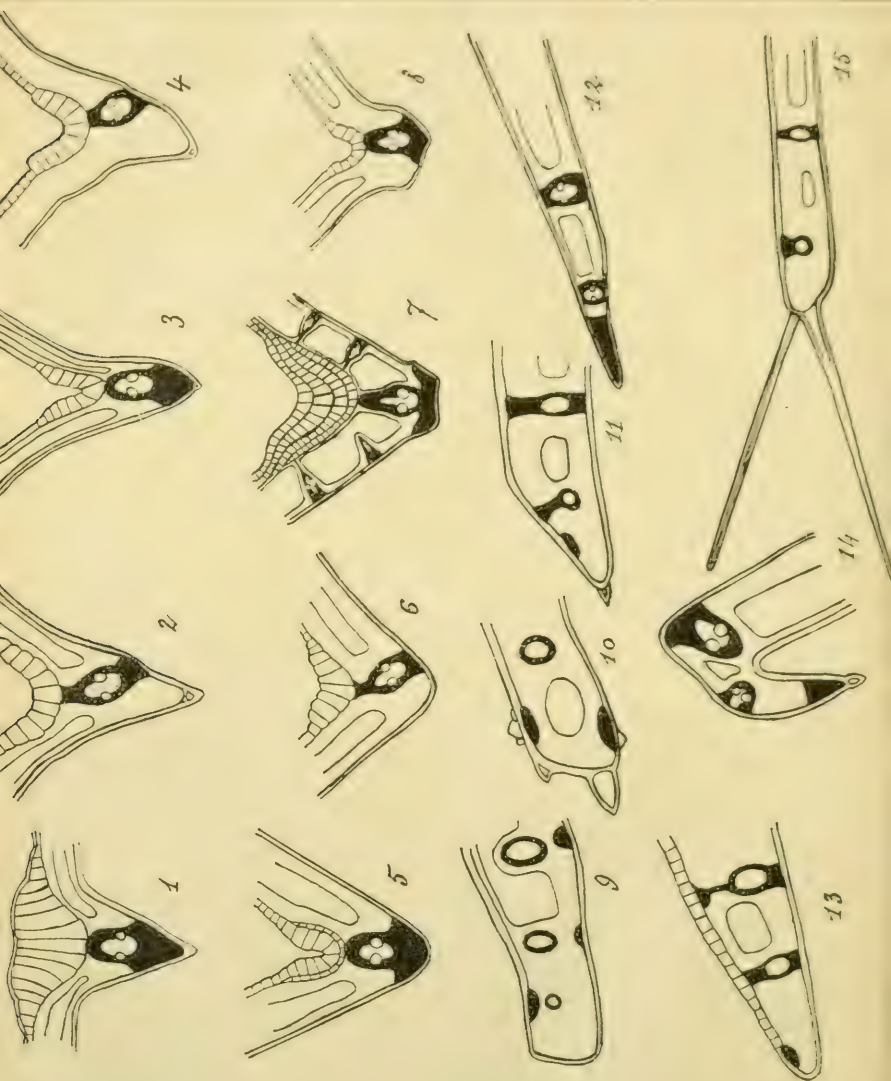
Dans la figure 2, le mésophylle vert est séparé des grosses cellules incolores par un épais trait noir.

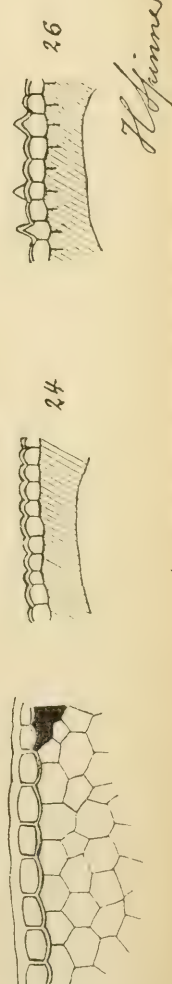
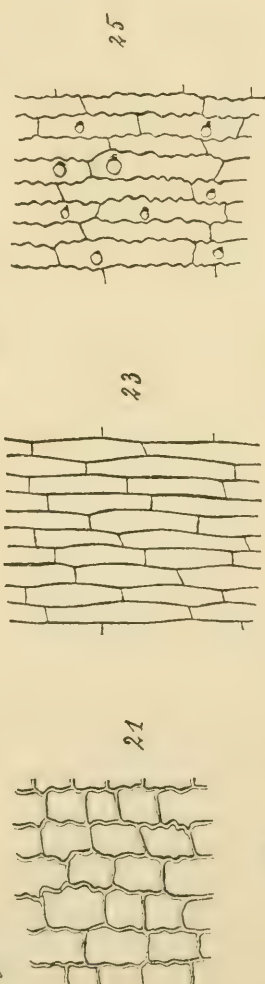
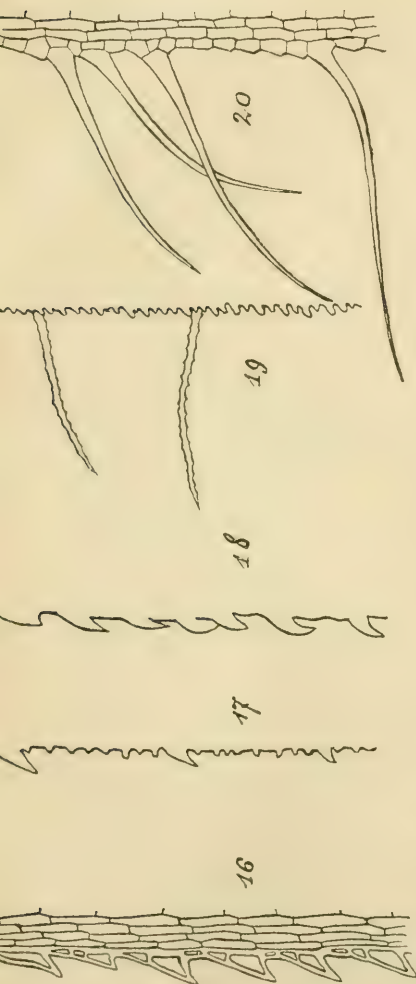
TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Introduction	65
Liste des espèces étudiées	69
Bibliographie.	78
Chapitre I ^{er} . — Forme et dimensions	82
Forme de la saillie médiane.	85
Forme des bords	86
Symétrie de la feuille.	87
Chapitre II. — Epiderme et dépendances	92
Les trichomes	92
Différenciations générales	93
Différenciations locales	94
Différenciations marginales	94
Les stomates	95
Les cellules du sillon médian	98
Remarques générales.	99
Tablelle relative aux chapitres I et II	100
Chapitre III. — Mésophylle et aérénchyme	100
Le mésophylle	100
L'aérénchyme	104
Indications tabellaires.	105
Chapitre IV. — Faisceaux conducteurs et sclérénchyme	106
Tablelle relative aux chapitres III et IV	111
Indications tabellaires	111
Chapitre V. — Valeur applicative des caractères étudiés	112
Anatomie et localités.	113
Stomates	113
Forme de la coupe transversale et faisceaux libéro-ligneux	115
Anatomie et espèces	117
Forme du limbe sur la coupe transversale.	117
Epiderme et dépendances	118
Mésophylle	120
Lacunes aérifères	120
Faisceaux libéroligneux.	121
Chapitre VI. — Partie spéciale et conclusions	123
Monostachyæ	124
Homostachyæ	127
Heterostachyæ	143
Hybrides	171
Conclusions	173
Explication des planches	176

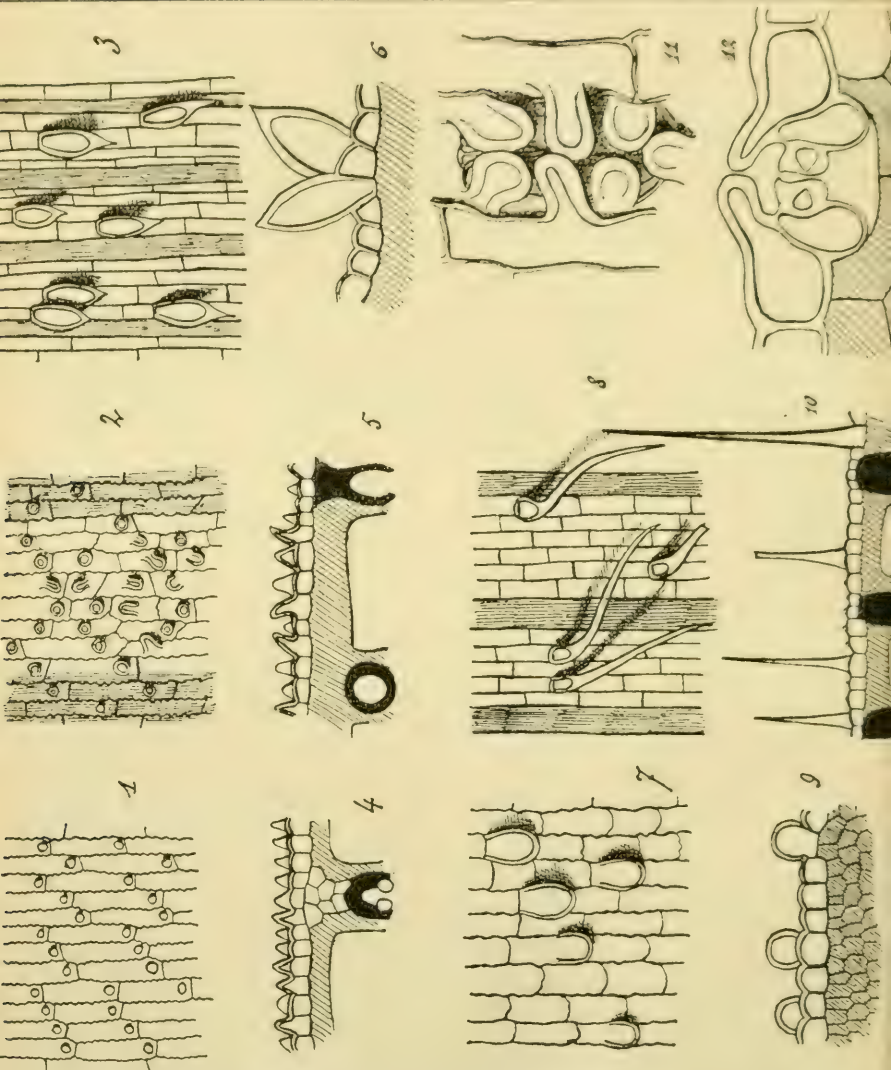


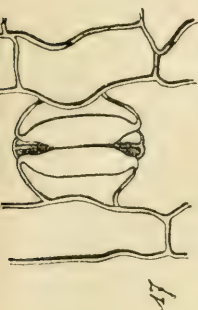




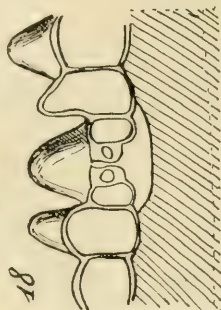


H. pinnata





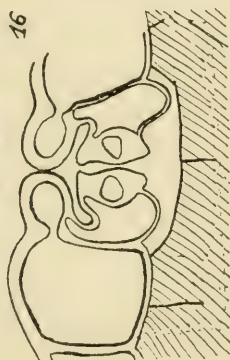
17



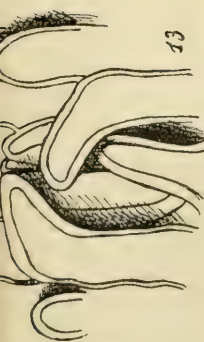
18



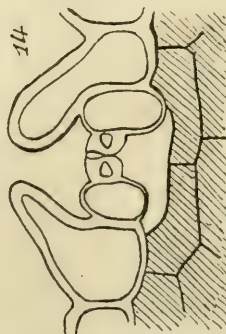
15



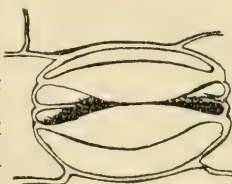
16



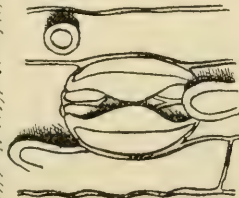
13



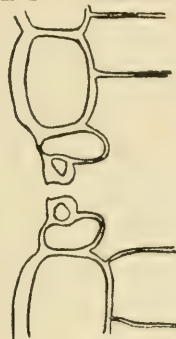
14



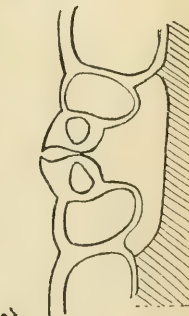
21



19



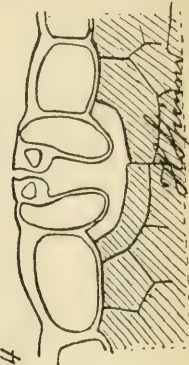
23



22

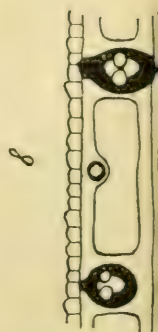
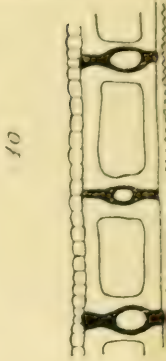
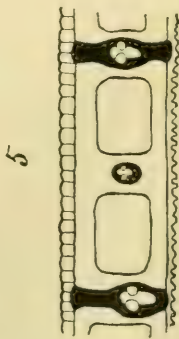
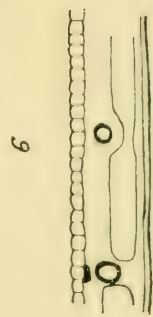
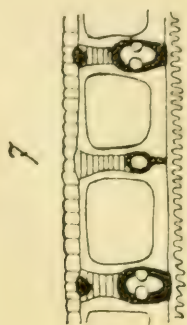
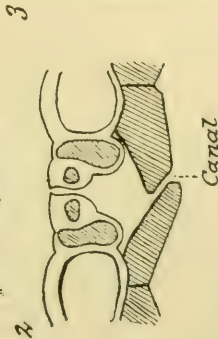
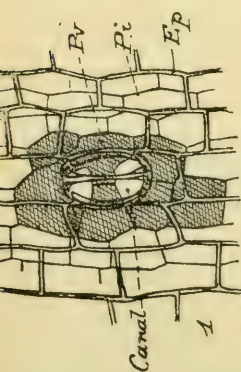
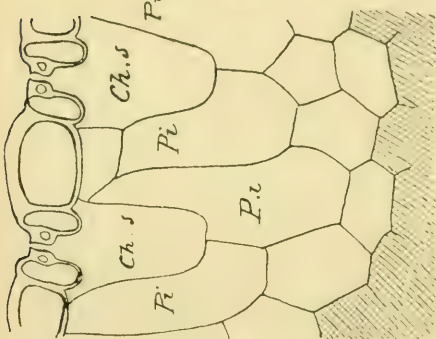
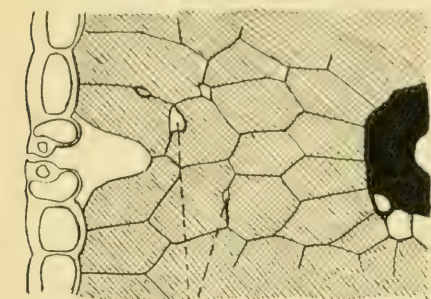


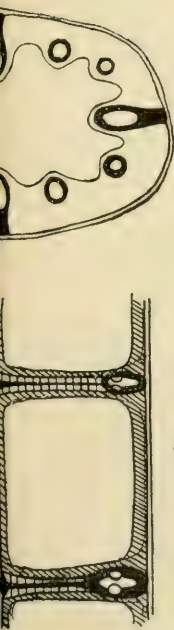
20



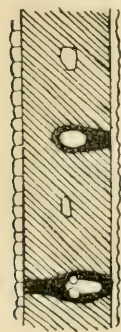
24

Staph.





11

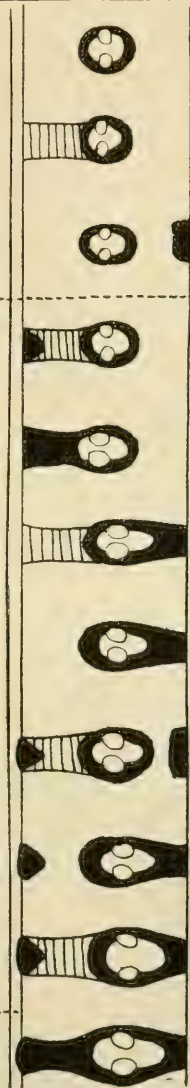


12

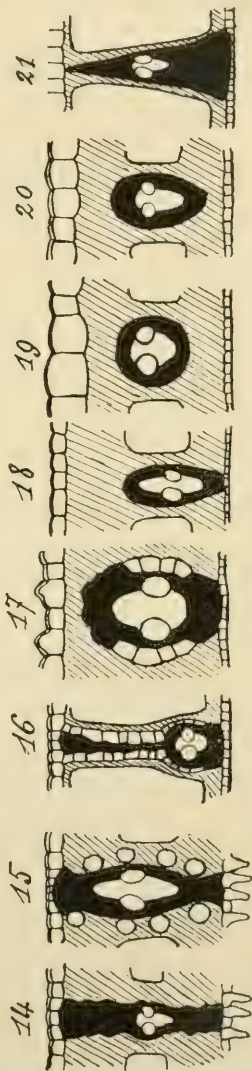
Epiderme supérieur

13

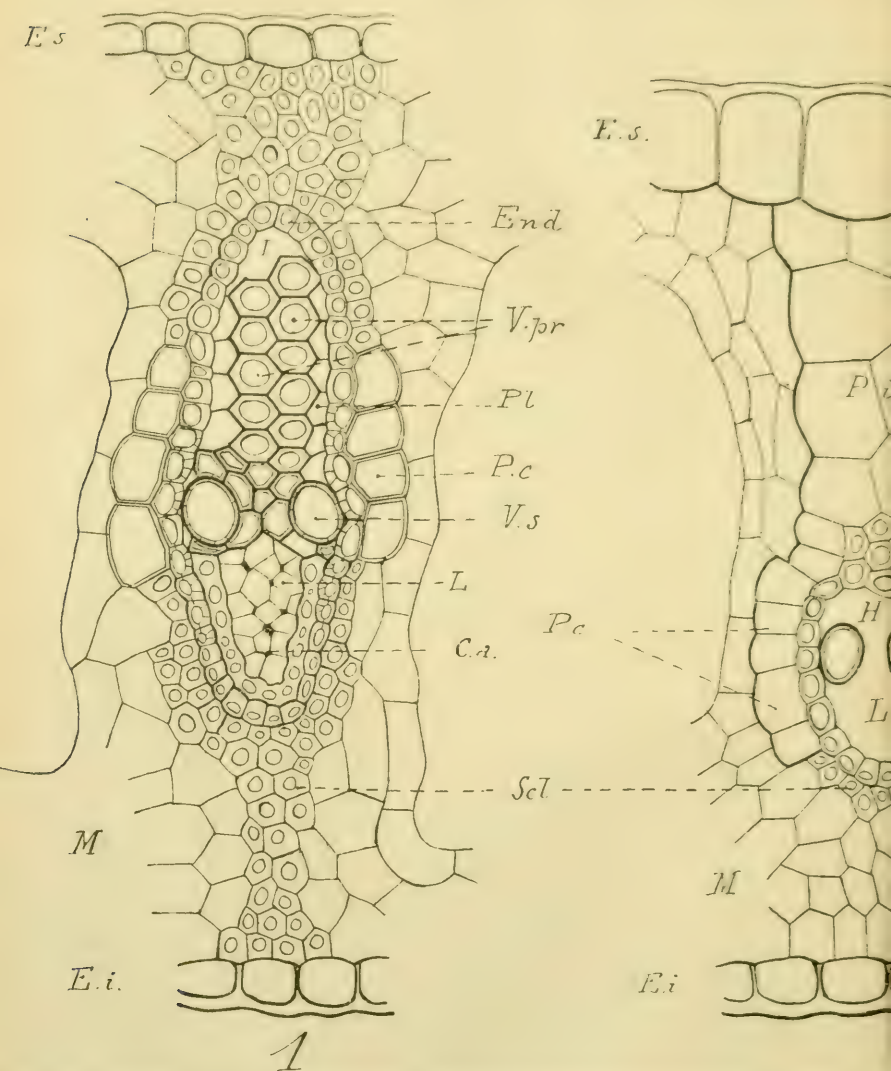
Ep. inférieur

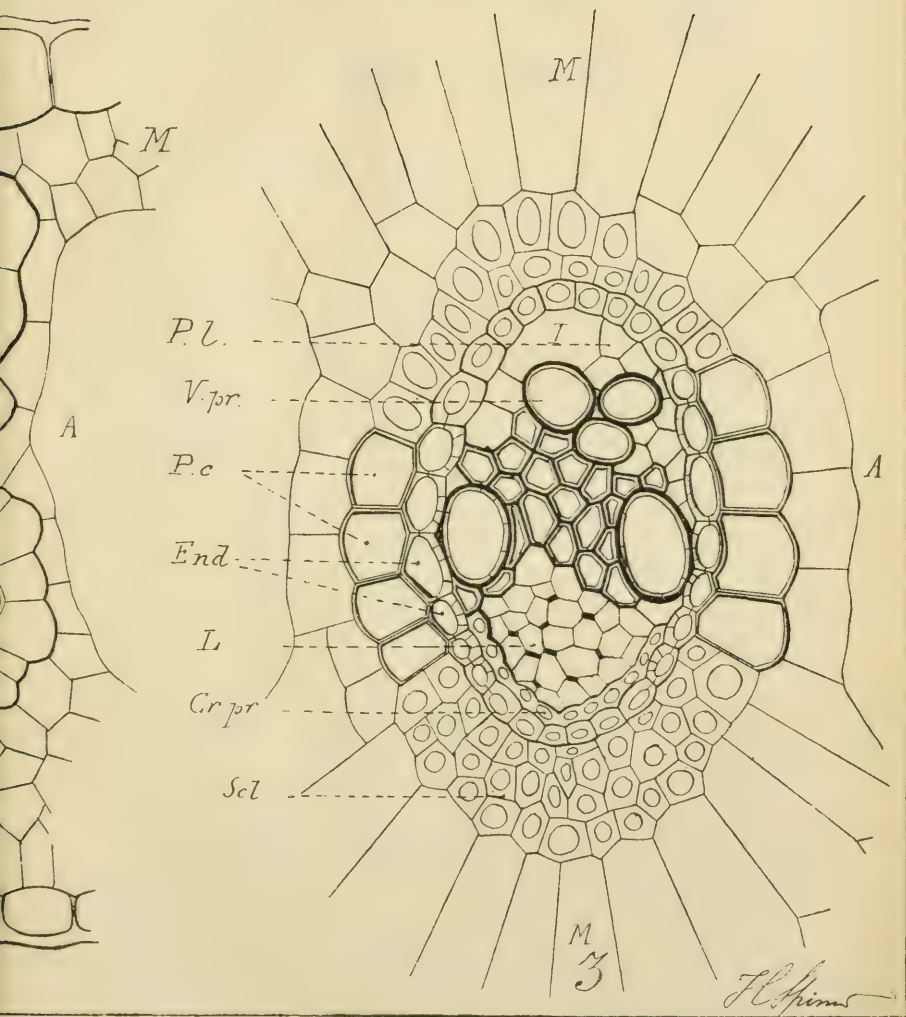


I II III IV V VI VII VIII IX X XI



Hofmann





LES FORÊTS DES CÔTES DE CHAUMONT

et le danger qui les menace

PAR JOSEPH JACOT-GUILLARMOD, INSPECT.-FORESTIER

Une question qui a déjà beaucoup préoccupé le service forestier neuchâtelois et qui mériterait, vu son importance, d'être une fois étudiée complètement et de recevoir enfin une solution définitive, est celle de l'aménagement des forêts des Côtes de Chaumont.

Le Département de l'Industrie et de l'Agriculture a bien voulu prendre la décision de consulter prochainement les inspecteurs du canton au sujet des mesures spéciales à prendre au point de vue général et administratif pour remonter ces peuplements.

C'est de l'étude de ces questions que je me propose de vous entretenir.

Du Seyon au village d'Enges, le versant sud de la montagne de Chaumont est couvert de forêts dont l'aspect et la composition varient profondément d'une extrémité à l'autre.

Elles forment une bande d'une longueur d'environ 12 km., et d'une largeur, mesurée sur le terrain, de 1000 à 1500 m.

S'élevant de l'altitude de 600 m. à celle de 1150 m., elles s'étendent sur une surface totale de plus de 1000 hectares et recouvrent une pente presque uni-

forme, moins rapide dans le bas et dans le haut qu'au milieu où elle atteint jusqu'au 80 %.

Le sous-sol sur lequel reposent ces forêts est composé de malm ou jurassique supérieur et constitue la plus grande partie du bassin hydrographique des nombreuses sources servant à l'alimentation des villages situés au pied de la montagne dans le Vignoble.

Si l'on se dirige de l'est à l'ouest, on trouve directement au-dessus d'Enges une superbe futaie résineuse, dont les arbres sont d'une beauté et d'une taille remarquables. Cette belle forêt appartient aux communes d'Enges, de Cressier, et à la corporation de Saint-Martin ; elles jouënt à l'ouest par une limite droite et tranchée à celles de la Côte de Bamp de Cornaux, forêts dont la composition et l'état des peuplements varient énormément, étant aménagées depuis des temps très anciens en taillis furetés.

Grâce toutefois au voisinage des résineux de Saint-Martin et des pâturages boisés de Chaumont, nous voyons une quantité de jeunes sapins envahir ces taillis depuis quelques années.

Mais ce mélange diminue rapidement d'intensité à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, pour disparaître déjà presque complètement à un kilomètre de distance, c'est-à-dire à la Grande-Combe d'Enges. A partir de cet endroit, le taillis pur réapparaît dans toute sa monotonie et son aridité et se maintient dans cet état jusqu'au-dessus de La Coudre, où nous le retrouvons de nouveau fortementensemencé par les sapins des vieilles futaies de la ville de Neuchâtel.

Sur toute l'étendue de ces peuplements d'une surface de 365 hectares, désignés sous le nom général de *Côtes de Chaumont*, nous voyons le hêtre alterner

ou se mélanger d'une façon prédominante avec le chêne.

A ceux-ci viennent s'ajouter plus ou moins régulièrement les érables, les sorbiers, les tilleuls, les trembles, les frênes, les noisetiers, les épines, les viornes, les rosiers, le chèvrefeuille, le troène, le merisier et une foule d'autres buissons indignes de forêts susceptibles d'un meilleur aménagement.

Par le traitement auquel sont soumis ces taillis, la majeure partie des arbres sont des drageons ou des rejets de souches. Ces dernières, hautes parfois d'un mètre ou même davantage, sont souvent très vieilles, épuisées, couvertes de mousses, creuses ou tarées et si faibles que le moindre effort suffit pour les déraciner.

Par ce caractère, ces forêts pourraient rappeler un peuplement de têtards, si de tels peuplements existaient.

Les plants provenant de semences, les *francs de pied* comme on les désigne, y sont malheureusement très rares, fait du reste compréhensible et résultant du genre de coupes qu'on y pratique depuis très longtemps.

Tous les quinze ou vingt ans, on passe en effet aux mêmes endroits pour y marquer tous les plus grands arbres existants, ceux-là même qui seraient le plus vite en âge de porter de bonnes graines susceptibles de reconstituer sérieusement le boisé.

Nous trouvons encore quelques beaux, mais jeunes sapins tout le long de la limite supérieure de Chaumont. Comme ceux dont nous avons parlé plus haut, ils proviennent des propriétés voisines et ont échappé comme par miracle à la hache brutale qui aurait dû

obéir (il y a de cela à peine 20 ans) aux règlements d'alors. Ceux-ci, comme nous le prouvent les archives de quelques localités, prévoyaient en effet une amende de 5 francs pour tout sapin retrouvé non coupé ou extirpé pendant les exploitations. Actuellement encore il nous arrive de devoir lutter contre cette rage de couper les sapins.

Si nous voyons maintenant çà et là quelques jeunes individus disséminés un peu sur toutes les côtes, c'est sans aucun doute au fait d'avoir remplacé cette coutume absurde par la défense expresse d'en abattre un seul qui n'ait été spécialement désigné par le service forestier.

En allant du hameau de Voëns à celui du Maley, le promeneur distingue encore sur cette immense surface de taillis, surtout lorsque les arbres ont perdu leur feuillage, deux autres oasis de résineux groupés autour de deux vieux vétérans et conservés eux aussi, ou oubliés, je ne sais, pour des raisons inconnues¹.

Le premier de ces vieux arbres, un épicéa, est situé au quart inférieur de la Côte ; le second, un sapin blanc, se trouve aux trois quarts supérieurs.

Ce dernier, connu dans la contrée sous le nom de *Grand sapin du Maley* ou *Grand Goliath* a été malheureusement foudroyé, puis brisé par le vent dans le courant de l'été passé. Ce qui reste debout de cet arbre, malgré les branches qui subsistent, séchera sans doute avant peu de temps.

¹J'ai appris dernièrement, d'un vieux marqueur, que ces arbres sont les deux seuls survivants d'une ancienne futaie résineuse abattue pendant les premières années du siècle passé. On avait demandé alors de les conserver comme curiosités en souvenir de la vieille futaie qui avait été rasée, pour faire place aux feuillus, la valeur de ceux-ci comme bois de feu étant alors supérieure à celle du bois de service.

Malgré la fausse idée, trop répandue dans la contrée, suivant laquelle les sapins ne pourraient prospérer sur les pentes sud de Chaumont et malgré l'exemple contraire des forêts de la ville de Neuchâtel et de la corporation de St-Martin, ces deux groupes de résineux s'étendant en une file ininterrompue du haut en bas de la montagne suffiraient à eux seuls pour prouver l'absurdité de cette croyance. Ces sapins proviennent presque tous des graines de cet épicéa et du *Grand Goliath*, transportées dans le cours des ans par le joran.

Traités du reste comme ils l'étaient par les règlements dont nous venons de parler, faut-il s'étonner que les sapins n'aient pas pu se propager davantage dans les Côtes de Chaumont?

L'absence de résineux dans ces taillis est un fait très regrettable, car partout ailleurs où nous les rencontrons, nous voyons les feuillus, profitant de la fraîcheur de leur ombre et de l'humus de leurs aiguilles, présenter des accroissements et des dimensions bien supérieurs à ceux des autres feuillus isolés.

Privés donc du mélange des résineux, ces taillis se montrent en général clairiérés, secs et arides.

L'appauvrissement du sol dans ces parties de taillis pur est énorme et résulte en plus de la mauvaise composition du peuplement des exploitations poussées jadis à un degré d'intensité excessif, je dirais presque révoltant.

Durant l'hiver, le couvert des feuillus étant presque nul, le sol est exposé à toute l'âpreté du climat, au grand préjudice du rajeunissement naturel.

Dès le printemps, par contre, avant que les bourgeons ne soient éclos et durant tout l'été, la chaleur

y devient insupportable et très nuisible à la formation de l'humus. Par ce fait, l'accumulation de ce dernier devient absolument impossible, l'humus étant, comme chacun le sait, excessivement volatil sous l'influence de la chaleur.

Jugez encore de l'effet des pluies d'orage sur ces côtes mal boisées et rapides, où l'eau ruisselle à torrent, emportant terres et pierres jusqu'aux combes du bas de la montagne, et vous verrez s'il faut encore s'étonner plus longtemps de la stérilité de ces terrains susceptibles pourtant de redevenir tout aussi frais et fertiles que ceux des forêts voisines de Neuchâtel et de Saint-Martin, et cela simplement par un boisement plus complet et mieux approprié.

Cette situation alarmante des Côtes de Chaumont est loin de causer dans la contrée tout l'émoi salulaire désirable, et cela grâce à un préjugé et à une fausse croyance, affirmant que de tout temps le sol de ces taillis aurait été aussi sec et le boisé aussi dégradé que de nos jours; une amélioration, au dire de certaines gens, étant même absolument impossible.

Il serait beaucoup plus exact de faire remonter les causes de cet appauvrissement au mode de traitement abusif pratiqué depuis des temps immémoriaux dans ces forêts, malgré les conseils et les avertissements réitérés du service forestier.

En consultant les archives de plusieurs localités où résidaient les bourgeois de Neuchâtel, seuls ayants droit sur ces forêts jusqu'il y a environ vingt ans, on est stupéfait de voir les excès qui ont été commis dans ces taillis et l'on se demande comment il est possible de trouver encore du bois dans des forêts si maltraitées.

Il y a à peine un demi-siècle, on coupait annuellement dans ces forêts jusqu'à 10 000 plantes, et celles-ci étaient choisies, comme le système du furetage l'indique, uniquement parmi les plus gros sujets du peuplement. Un ancien ayant droit me citait le fait qu'on exploitait en une seule année dans les forêts de La Coudre, jusqu'à 1980 plantes. Dans celles de Saint-Blaise on a même exploité, pendant un certain temps, jusqu'à 6000 plantes.

Ajoutons à ces 10 000 plantes dont nous venons de parler toute la masse des *trop faits*, comme on appelait alors tous les arbres abattus ou brisés pendant l'exploitation (la plupart du temps à dessein) et que les adjudicataires s'octroyaient de plein droit, nous pourrions alors nous faire une idée de la façon dont ces forêts ont dû être abimées et leur matériel réduit à sa dernière extrémité. En outre, les coupes duraient souvent pendant toute l'époque de la sève.

Quant au parcours du bétail, ce n'est que de la première moitié du siècle passé que date sa suppression.

Les bois marqués pour l'abattage étaient choisis non seulement parmi les plus grands arbres comme nous venons de le dire, mais encore et le plus souvent parmi les plus beaux et les plus vigoureux ; on négligeait de tirer parti des sujets sur le retour, des difformes, des renversés ou des tarés, système qui, du reste, s'est conservé en partie jusqu'à nos jours.

L'habitude de vendre le bois sur pied s'est même maintenue jusqu'en 1901, contrairement à la loi forestière, dans les forêts de trois administrations, nous croyons les trois dernières du canton.

Quand on essaye de comparer l'état actuel de ces Côtes de Chaumont à celui d'il y a un siècle à peine, où l'on voyait encore d'énormes sapins, on se sent envahi par un sentiment d'amer regret. Ces arbres, au dire des traditions, étaient *chablés* tout entiers, causant souvent des dégâts considérables en arrivant comme des avalanches au bas de la montagne. Maintenant encore, par suite de l'insuffisance des chemins, il arrive souvent qu'il faille traîner un arbre sur une longueur de 200 ou 300 mètres au grand préjudice des jeunes plantes et des rejets de souches en général très délicats.

Comment s'étonner encore de la misère de nos taillis à l'ouïe de semblables procédés d'exploitation! Cette misère ressortira bien davantage en consultant les chiffres que nous citerons plus loin.

Des inventaires faits en 1900 sur des stations d'essai, de 25 ares chacune, choisies à des altitudes et dans des peuplements très différents et portant sur tous les arbres dont le diamètre à 1^m,20 du sol était supérieur à 6 cm., nous ont fourni les renseignements suivants :

Dans toutes les forêts de Chaumont, d'une surface productive de 290 hectares (75 hectares couverts de broussailles ou déboisés ayant été négligés) nous avons trouvé en moyenne à l'hectare 1700 plantes cubant 60 m³ seulement, soit pour toutes les Côtes à peine un volume de 17 500 m³ de bois. — Si nous comparons ces chiffres avec ceux des forêts de la ville de Neuchâtel situées, comme nous l'avons déjà dit, sur un sous-sol absolument semblable, par places même inférieur en qualité, nous avons dans celles-ci, sur une surface totale de 547 hectares un matériel de

432385 m³ choisis uniquement parmi les arbres dont le diamètre, à 1^m,20 du sol, dépassait 20 ou 25 cm. ; ce qui représente à l'hectare un volume de 240 m³, c'est-à-dire quatre fois supérieur à celui de nos taillis.

La différence est encore beaucoup plus grande si nous établissons une comparaison avec les futaies de la corporation de Saint-Martin où le volume à l'hectare est de 283 m³, soit près de cinq fois plus considérable.

En moyenne, sur 3000 plantes dénombrées, il ne s'en trouvait qu'une seule dont le diamètre atteignait 28 cm. Leur hauteur ne dépassait guère 7 ou 8 m.

Quoi de plus frappant et de plus concluant que ces chiffres ! Quoi aussi de mieux fait pour démontrer combien le moment serait venu d'arrêter enfin la décadence de ces anciennes richesses nationales. Je me hâte cependant de le dire, l'amointrissement de nos forêts ne doit pas être attribué aux excès de la génération actuelle seule, mais surtout, comme nous l'avons dit plus haut, aux abus et à l'insouciance des anciens ayants droit.

Chacun connaît l'influence exercée par la forêt sur le régime des eaux et sur une foule d'autres facteurs tels que la gelée, les vents et la grêle ainsi que les effets désastreux pouvant résulter d'un déboisement ou d'un peuplement défectueux et incomplet. Je n'y reviendrai donc pas.

Mais chacun ne songe pas toujours à un fait sur lequel je désire cependant attirer aujourd'hui votre attention, attendu qu'il est une des principales entraves aux mesures que nous désirions voir enfin introduire dans ces forêts.

De nos temps, on est trop souvent tenté de traiter la forêt comme une mine inépuisable et bonne à être

exploitée sans aucun ménagement et dans toutes les occasions, alors qu'il serait beaucoup plus sage et raisonnable de la considérer comme une caisse d'épargne, comme une réserve de toute sûreté pour les mauvais jours qui peuvent toujours survenir.

Ainsi que nous venons de le voir, il y a encore de grandes lacunes à combler dans nos forêts de Chaumont, tant au point de vue de la quantité que de la qualité du matériel. Autrement dit, notre devoir avant tout serait de chercher, pendant qu'il en est temps encore, à économiser le matériel existant et à l'augmenter tout en le transformant et en l'améliorant, si nous ne voulons pas nous exposer à être un jour critiqués sévèrement et à juste titre par nos après venants.

Grâce aux données que nous ont fournies les dénombrements dont nous avons parlé plus haut, nous avons trouvé, par les calculs usuels de possibilité, c'est-à-dire en employant la formule de Hundeshagen.

$$E = WV \times \frac{WZ}{NV}$$

dans laquelle WV représente le matériel réel de la forêt, NV le matériel normal, WZ l'accroissement annuel actuel, et enfin E l'état ou le volume de la coupe annuelle normale; nous avons trouvé, dis-je, que si nous ne voulons pas que nos coupes annuelles dépassent l'accroissement de la forêt, tout en permettant à celle-ci de se transformer d'ici à 100 ans, nous ne pouvions pas dépasser dans chaque commune des Côtes de Chaumont les chiffres suivants :

A La Coudre, 50 m ³ ,	soit environ 250 plantes au lieu des 450, exploitation actuelle.			
A Hauterive, 65 m ³ ,	» 300	» 650	»	
A Saint-Blaise, 140 m ³ ,	» 700	» 1800	»	
A Marin-Epagnier, 40 m ³ ,	» 200	» 590	»	
A Thièle-Wavre, 7 m ³ ,	» 35	» 90	»	
A Cornaux, 60 m ³ ,	» 300	» 650	»	

A quoi bon, dira-t-on, de telles économies et de si grands arbres dans des forêts ne possédant pas de meilleurs chemins de dévestiture. Comment plus tard pourrons-nous exploiter ces géants incommodes et gênants, et en *châblant* de si forts assortiments ne va-t-on pas abimer encore davantage la forêt ?

La réponse à cette objection que l'on entend journellement est bien simple. Il suffit seulement de voir ce qui se passe dans les forêts voisines où nous trouvons également de ces monstres soi-disant gênants.

Jusqu'à ce que nous ayons des bois de cette dimension, il se passera au moins 50 ans ; d'ici là, nous aurons eu le temps de construire un réseau de chemins. Alors le bois des tracés payera à lui seul, comme dans les communes voisines, les frais de construction.

Mettons ce souci de côté et commençons dès maintenant à économiser. Mais pour arriver au but, comment nous y prendre ? La réponse est indiquée par l'étude botanique même du commencement de ce travail.

J'ai dit en effet qu'il faut avant tout de l'ombre et de la fraîcheur en toute saison dans nos Côtes de Chaumont, et pour obtenir ces facteurs, je proposerais, sans crainte d'être contredit, comme type idéal de peuplement, un mélange de tous les feuillus existant déjà et d'une plus forte proportion de résineux tant sapins blancs que pins ou épicéas.

Les aiguilles de ces abîétinées, en facilitant la décomposition des feuilles, et en formant avec elles un humus beaucoup plus complet et fertile, nous fourniront les éléments manquant à nos taillis. Tout en respectant les petits sapins ensemencés spontanément, ainsi que les jeunes plantes feuillues et les rejets de souche, laissons croître suffisamment nos arbres pour leur permettre d'atteindre l'âge de porter graine, fait qui ne s'est pas vu depuis bien longtemps.

Par ces graines nous obtiendrons des arbres francs de pied, seuls capables de transformer et de fortifier nos peuplements. — L'inclinaison de la montagne n'empêchera jamais la haute futaie et les grands arbres de s'y installer et la preuve c'est qu'il existe un nombre infini de terrains plus rapides encore que ceux de Chaumont, tous parfaitement bien boisés. Quant au terrain qui n'existe presque plus, il s'y reformera peu à peu et s'y maintiendra grâce à un couvert plus dense et mieux approprié, car, comme je l'ai dit, c'est le taillis fureté seul et rien d'autre, à part les abus, qui a épuisé nos Côtes de Chaumont.

De même qu'en agriculture l'alternance des cultures est nécessaire pour maintenir un sol fertile, de même pour la forêt l'alternance et le mélange des essences est indispensable. C'est du reste ce que nous voyons se produire tous les jours en forêt lorsque nous laissons faire la nature: le hêtre s'ensemence naturellement sous le sapin et le sapin se resème à son tour sous les feuillus. En laissant donc agir la nature et en l'aidant encore dans la mesure du possible, les résineux s'acclimateront parfaitement bien dans nos taillis. Ils ont déjà commencé comme nous l'avons dit; attendons et nous ne serons pas déçus.

Etant donné ce qui précède, s'il y a peut-être encore des personnes tentées de douter de la possibilité d'introduire cette futaie à Chaumont, je leur citerai, sans chercher bien loin, les preuves et les exemples suivants :

Regardez le Jura de Schaffhouse à Genève !

D'une extrémité à l'autre, il est semblable à lui-même. Son sous-sol est tout aussi aride que celui de Chaumont et cependant, partout, nous voyons prospérer ce mélange des essences. — Au Randen, au Weissenstein, à la montagne de Boudry, au Chasse-ron, au Suchet et au Mont-Tendre, partout il est superbe.

Vous parlerai-je encore des opérations coûteuses et difficiles auxquelles ont été conduites telle ville du pied du Jura ou telle commune du Valais ou de l'Auvergne, pour reboiser des surfaces rocheuses devenues absolument arides, où l'on s'est vu obligé de porter de la terre à dos d'homme dans des creux faits auparavant à la mine pour pouvoir ensuite y semer des graines ?

Vous rappellerai-je aussi ces immenses déboisements pratiqués en Italie, en France ou en Algérie, qui ont consterné les gouvernements dont les intérêts vitaux se trouvaient ainsi mis en jeu et qui leur ont ouvert les yeux, souvent trop tard ? Ceux-ci dépensent actuellement des millions pour tenter de repeupler ces contrées jadis florissantes et prospères.

Voulons-nous attendre d'en être réduits à de telles extrémités pour ouvrir, nous aussi, les yeux et pour utiliser pendant qu'il en est temps encore ce que la nature a bien voulu nous conserver avec tant de

patience. Le moment me semble venu de faire comprendre à certaines communes leurs intérêts comme aussi leurs devoirs envers ces forêts dont elles ne sont en définitive que les gérantes.

Loin de nous ces vieilles pratiques routinières de *châblage*, d'exploitation à outrance et de magie sylviculturale; un peu plus d'énergie et de désintéressement! ils nous seront rendus un jour au centuple!

Etablissons des chemins de dévestiture, seuls compatibles avec les principes de la sylviculture moderne.

En attendant, renouçons sinon totalement, du moins en partie à ces coupes excessives et dévastatrices, cessons de tirer à usure les intérêts de ce beau capital, et détournons-nous enfin de ces soi-disant défenseurs des intérêts communaux, qui n'ont en somme en vue que leurs avantages particuliers. Je suis loin de l'ignorer, l'opposition et les luttes que nous aurons encore à soutenir seront longues et pénibles, mais ne perdons pas courage!

S'il ne nous est pas donné de voir nous-mêmes le résultat de nos travaux, ceux-ci serviront peut-être pour nos successeurs.



Séance du 26 juin 1902

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DE LA

RÉGION DES GORGES DE L'AREUSE (Jura neuchâtelois)

PAR H. SCHARDT ET AUG. DUBOIS

Avec une carte géologique, quatre planches de profils et vingt figures

AVANT-PROPOS

En 1898, l'un de nous se préparait à ajouter à son ouvrage sur les Gorges de l'Areuse¹ un chapitre géologique, aperçu stratigraphique et tectonique d'une portée tout à fait populaire. Malheureusement cette région peu accessible avant la construction des sentiers de promenade et des voies d'accès nécessitées par les travaux hydrauliques, n'avait jamais fait l'objet d'une étude géologique complète. Il n'y avait que peu de choses à glaner dans la bibliographie scientifique. Nos premières excursions nous firent découvrir tant de faits intéressants et nouveaux, aussi bien pour la stratigraphie que pour la tectonique de la région, que nous décidâmes de procéder à un relevé géologique complet du territoire compris dans le cadre de la carte topographique au 1 : 45 000 de MM. Borel et Dubois.

¹ A. Dubois. Les Gorges de l'Areuse et le Creux-du-Van. Ouvrage publié sous les auspices de la Société des sentiers des Gorges de l'Areuse. Neuchâtel, Attinger frères. 1901. 225 p. 4°. 57 fig. 7 pl. 2 cartes et 1. pl. de profils géol.

Après avoir reconnu en commun les divers niveaux stratigraphiques et les lignes essentielles de la tectonique, M. Dubois a consacré un grand nombre de jours à compléter ce canevas par des levés détaillés sur les coteaux, ravins et couloirs. Malgré le soin que nous avons mis à vérifier plusieurs fois les résultats et à reviser le tout avant de dessiner la minute de la carte, nous aurons quelques corrections et même une adjonction très importante à signaler.

Cette carte, qui est le fruit de trois campagnes d'été, a paru avec le volume de M. Dubois, accompagnée d'un aperçu géologique élémentaire et populaire.

La Société des Gorges de l'Areuse a bien voulu nous autoriser à faire faire un tirage à part de la carte et des profils, en vue d'une publication plus scientifique, destinée à faire connaître aussi aux spécialistes la structure si remarquable des Gorges de l'Areuse. Comme on le verra par l'aperçu historique qui suit, c'est presque un monde nouveau que nous ouvrons à la géologie, tout comme les sentiers des gorges l'ont ouvert auparavant aux amateurs de sites pittoresques et aux naturalistes.

L'existence d'un important pli-faille sur le flanc N.W. de la Montagne de Boudry ne peut plus être mise en doute. La stratigraphie nous a fourni ample moisson de faits nouveaux, sur les terrains crétaciques surtout. Les collections de Neuchâtel (Musée de la ville et collection Jaccard à l'Académie) ne renferment que fort peu de fossiles du Crétacique de cette région. Aussi les listes que nous donnerons sont-elles presque entièrement inédites. Nous avons révisé et complété avec soin les déterminations des fossiles des terrains jurassiques, qui, mieux à découvert que les couches

du Crétacique, ont été souvent mentionnés ; mais leur âge relatif est resté douteux pour plusieurs niveaux, et quelques-uns de ceux-ci ont été mal désignés.

Bien que nous nous soyons partagé le travail de rédaction, notamment en ce qui concerne la stratigraphie des terrains, nous avons tout revu et retouché ensemble, en sorte que le présent travail représente bien d'une manière homogène notre œuvre commune.

Nous nous empressons de remercier ici tout spécialement le comité de la Société des sentiers des Gorges de l'Areuse, qui nous a facilité la publication de la carte géologique, ainsi que M. Mod. Clerc pour la détermination des fossiles des couches du Furcil, dont il s'est chargé, et M. le Dr Baumberger pour divers renseignements qu'il nous a fournis.

Orientation préliminaire.

Un coup d'œil jeté sur une carte topographique, ou mieux encore sur une carte géologique de la Suisse, montre que la vallée synclinale de Travers, resserrée entre la chaîne du *Chasseron-Creux-du-Van* et la chaîne de *Montésy-Malmont*, déverse ses eaux par une coupure oblique à la direction des plis, vers le lac de Neuchâtel. Cette coupure d'érosion constitue les Gorges de l'Areuse, dont nous aurons à entreprendre la description stratigraphique et tectonique orographique.

Nous n'avons pas affaire ici à une cluse simple, ou à une cluse composée, comme celles de la Birse ou de la Suze près Bienne, devenues classiques dans la littérature ; mais c'est d'une manière capricieuse, semble-t-il, que la rivière, quittant près du Vanel au N.E. de Travers le synclinal néocomien et tertiaire,

s'engage au centre même de l'anticlinal du Malmont. Elle le quitte près de Noiraigue, pour redevenir longitudinale sur une certaine longueur; enfin elle coupe en cluse oblique la chaîne de la Montagne de Boudry pour aboutir au lac de Neuchâtel. Ce trajet, déjà compliqué en lui-même, est encore accidenté par des barrages d'éboulement et par des modifications dues aux importants dépôts glaciaires, tant jurassiens qu'alpins, qui sont appliqués sur les flancs de la vallée primitive, ou accumulés sur son fond. Dans la région des Gorges de l'Areuse, les deux chaînes anticlinales bordant le synclinal portent les noms de Montagne de Boudry (Chasseral-Creux-du-Van) et Solmont-Tourne (Monlésy-Malmont).

HISTORIQUE

La plus ancienne carte géologique du canton de Neuchâtel est celle que publia Aug. de Montmollin, en 1839¹. Ce géologue fit paraître en même temps, dans le tome II des *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel*², une notice explicative accompagnée de deux profils, dont l'un passe par les Gorges de l'Areuse. Celui-ci, que nous reproduisons fig. 4, est particulièrement intéressant, car il nous révèle la

¹ *Carte de la Principauté de Neuchâtel*, par d'Osterwald, coloriée par Aug. de Montmollin. Ech. 1: 65 000.

² Abréviations des titres de périodiques :

Bull. neuch. Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles.

Mém. neuch. Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel.

Mat. carte géol. Matériaux pour la carte géologique suisse.

Eclogæ. *Eclogæ geologicae Helvetiæ.*

Mém. Soc. pal. Mémoires de la Société paléontologique suisse.

façon dont on interprétait à cette époque la structure géologique de la contrée. La Montagne de Boudry et la chaîne Solmont-Tourne étaient considérées comme les deux flancs d'un vaste anticlinal rompu laissant affleurer dans le fond de la déchirure l'Oolite inférieure, soit le Jurassique moyen (Dogger).

Quand les couches redressées, visibles dans le voisinage du thalweg, furent reconnues plus tard comme appartenant au Portlandien de Thurmann (Portlandien, Kimeridgien et Séquanien), on expliqua leur situation anormale en les considérant comme des fragments effondrés de l'ancienne voûte, ce qui conduisit à une seconde interprétation. (Fig. 2.)

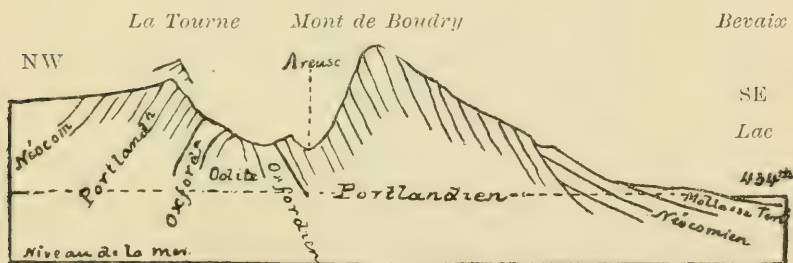


Fig. 1. — Profil géologique à travers les Gorges de l'Areuse, d'après Aug. de Montmollin, 1839.

En 1855 Desor, partisan convaincu de la théorie des plissements, qu'au cours de ses explorations dans les Alleghany il avait pu juger plus rationnelle que celle des soulèvements de Thurmann, eut l'idée que ces couches redressées pourraient bien être en place, et que, dans ce cas, la Montagne de Boudry et la chaîne Solmont-Tourne devaient former deux anticlinaux distincts encadrant un synclinal étroit.

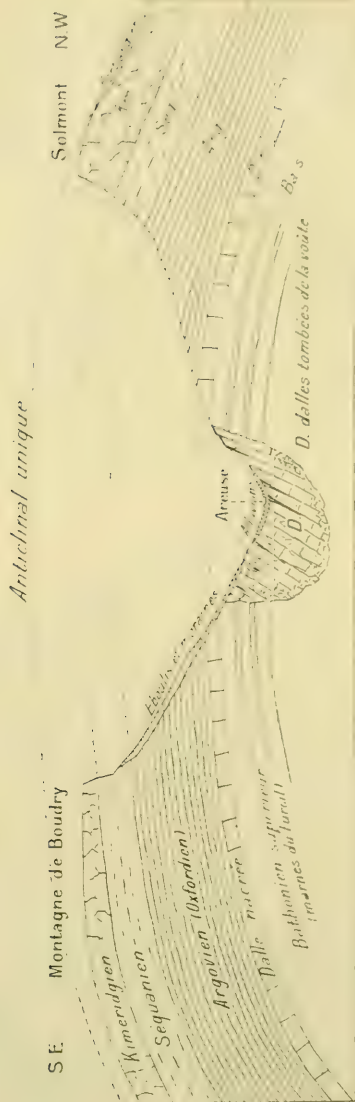


Fig. 2. — Profil géologique à travers les Gorges de l'Arcuse interprétant l'hypothèse d'un effondrement de la voûte portlandienne, 1855.

Desor fait remarquer d'abord que les couches redressées, si elles formaient le noyau d'une voûte, devraient appartenir aux étages inférieurs, tandis que celles qui sont visibles, entre autres au pied de l'Arêteau, à l'W. de Rochefort, sont du même âge que celles des sommets voisins. Il signale ensuite l'imposant développement de ces mêmes assises dans le Dos d'Ane et note le fait que la voûte de la Tourne est d'ailleurs dessinée avec une parfaite netteté par les assises qui surmontent immédiatement l'Oxfordien (Argovien). Il conclut en disant que les Gorges de l'Areuse sont donc une vallée géologique si étroite qu'il est même possible qu'en certains points les deux flancs se soient assez rapprochés « pour absorber complètement la vallée. » La démonstration de Desor, bien que nette et probante, manquait d'une confirmation que lui donnèrent l'année suivante Georges de Tribolet et Gressly par une exploration sur le terrain. « S'il était vrai, écrit G. de Tribolet ¹, que le Champ-du-Moulin fût un vallon de plissement, comme le Val-de-Travers ou le Val-de-Ruz, il était probable qu'on y découvrirait les formations crétacées et tertiaires qui comblent d'ordinaire le fond des bassins analogues du Jura. » Il dit ensuite que Gressly et lui reconnurent sur plusieurs points la présence du terrain néocomien, avec ses fossiles caractéristiques, et que le premier de ces géologues, dans une seconde course, découvrit même les marnes rouges inframassiques et le calcaire d'eau douce. Cette constatation conduisit à la construction du profil rationnel (fig. 3).

¹ *Bull. neuch.* IV, 1856, p. 102, avec profil à la fin du volume : Pl. G.

Le 25 février 1859, G. de Tribolet signale par une note très brève la présence, dans les Gorges de l'Areuse, de fossiles des Grès-verts, mis à découvert par les travaux du chemin de fer Franco-Suisse¹.

En 1869 paraît la première édition de la Feuille XI de la *Carte géologique de la Suisse*, au 1 : 100 000, coloriée par Aug. Jaccard. Une moitié de notre territoire s'y trouve relevée. L'échelle est trop petite, le rendu topographique trop flou, pour qu'on puisse s'attendre à une grande précision dans le figuré des terrains ; l'ensemble n'est pourtant pas trop inexact. Le pli-faille du versant N. de la Montagne de Boudry n'est pas encore reconnu. Parmi d'autres lacunes ou erreurs, nous relevons celles-ci : les rochers du sommet du cirque du Creux-du-Van sont indiqués comme Astartien (Séquanien) ; le repli crétacique, figuré par un affleurement de Hauterivien seulement, pénètre dans le Saut de Brot au lieu de passer au S.

En même temps que la Feuille XI, Aug. Jaccard publiait la sixième livraison des *Mat. carte géol.* Dans cette description étendue, il ne mentionne la région des Gorges de l'Areuse qu'à l'occasion des Couches de Brot, dont il fait du Lédonien, et des Marnes du Furcil. Il signale aussi le Spongilien de Fretereules ; mais sous le rapport tectonique il fait à peine mention de toute cette contrée qui, il faut le reconnaître, était à cette époque d'un accès peu aisé.

L'autre moitié du territoire des Gorges de l'Areuse est située sur la Feuille XII de la *Carte géologique de la Suisse*, coloriée pour cette section aussi par Jaccard,

¹ Voir à ce sujet : Schardt et Dubois, *Le Crétacique moyen du synclinal Val-de-Travers-Rochefort*. (*Bull. neuch.* XXVIII, 1900, p. 141).

en 1885. Les limites des terrains y sont assez exactes, sauf pour la bande crétacique du bord oriental qui est trop étroite, et pour le Portlandien qui est par contre trop étendu.

En 1877 parut la *Carte géologique du canton de Neuchâtel*, par Ph. de Rougemont et M. de Tribolet, au 1:100 000. Elle donne un peu trop de largeur au Néocomien (dont les trois sous-étages ne sont pas différenciés) du synclinal Val-de-Ruz-Val-de-Travers, et ne fait pas remonter assez haut la limite supérieure de ce même terrain dans le flanc oriental. Elle indique au Creux-du-Van un pointement de Jurassique moyen trop étendu et inexactement situé.

La petite *Carte géologique du canton de Neuchâtel* au 1:160 000, publiée en 1878 par Aug. Jaccard, n'est guère en progrès sur les précédentes. Les limites des terrains y sont très imprécises; elle indique un affleurement de Jurassique moyen beaucoup trop étendu et faussement placé sur le versant N. de la Montagne de Boudry.

La seconde édition de la Feuille XI de la *Carte géologique de la Suisse*, revue par Aug. Jaccard, est par contre en progrès sensible. La Mollasse d'eau douce inférieure y est indiquée, les limites sont en général plus exactes; en revanche le pointement de Dogger qui apparaît au Creux-du-Van est encore d'un demi-kilomètre trop au S.W. Le Portlandien, dans le vallon du Champ-du-Moulin, occupe une trop grande surface aux dépens du Néocomien et le pli-faille reste encore insoupçonné, bien que son prolongement dans le Val-de-Travers soit figuré.

Cette Mollasse d'eau douce à laquelle il vient d'être fait allusion, et que Gressly avait déjà reconnue en

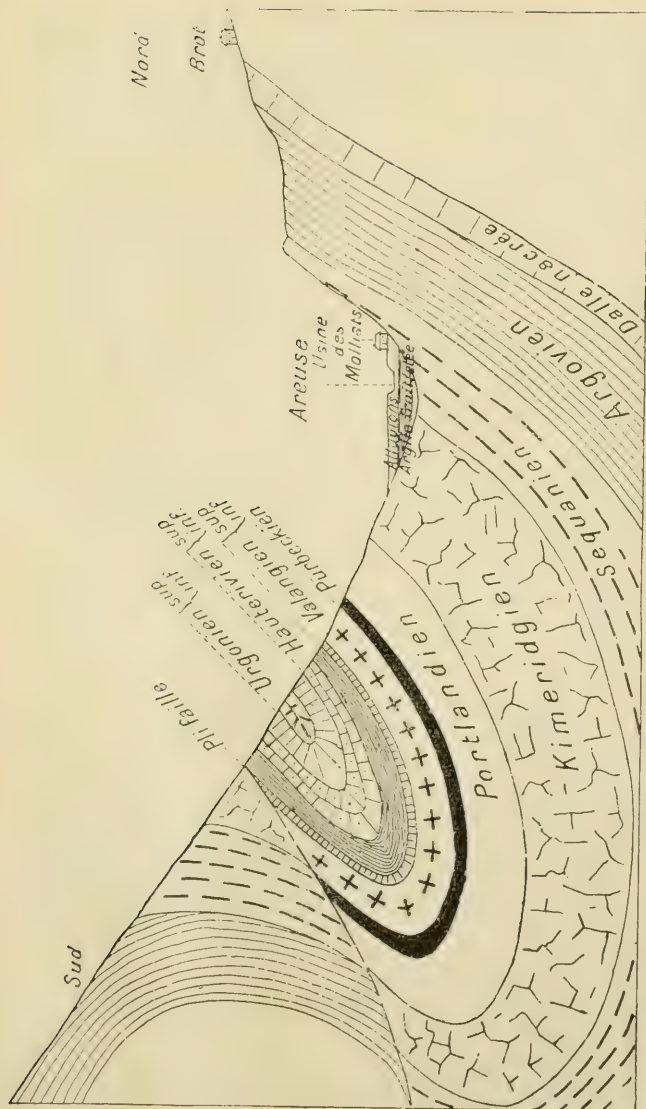


Fig. 4. — Profil géologique à travers les Gorges de l'Aareuse par le Saut de Brot, montrant le pli-faïlle entre le synclinal néocomien et la voûte de la Montagne de Boudry.

1856, renferme quelques minces filons de gypse. Aug. Jaccard lui consacre, à propos de ce minéral, un court article dans le *Rametz de Sapin*¹, accompagné d'une coupe où l'on voit un lambeau de Néocomien, non plissé, pincé en discordance, entre les deux flancs du synclinal jurassique et butant par faille contre chacun d'eux. Cette interprétation est réfutée, en 1882², par M. Maurice de Tribolet qui a observé entre la Mollasse et le Jurassique supérieur, en parfaite concordance de stratification, la Pierre jaune de Neuchâtel et la limonite du Valangien.

Nous donnons finalement un profil qui interprète notre manière de voir (fig. 4).

Les *dépôts glaciaires* des Gorges de l'Areuse ont fait l'objet de quelques travaux plus étendus. Parmi les plus importants nous énumérerons les suivants: *Note sur les terrains glaciaires stratifiés des Gorges de l'Areuse*, par le professeur Vouga³; *le Lac glaciaire du Champ-du-Moulin*, par M. G. Ritter, ingénieur⁴; *le Glacier des Gorges de l'Areuse*, par le même⁵; *le Relèvement des couches glaciaires du Champ-du-Moulin*, par Aug. Jaccard⁶; *le Glaciaire du Val-de-Travers*, par L. Du Pasquier⁷.

Enfin, dans le domaine hydrologique, il y a lieu de signaler les écrits inspirés par les projets de travaux dont l'exécution a finalement conduit au captage d'une quantité d'eau potable suffisante pour l'alimen-

¹ 1882, p. 33.

² *Bull. neuch.* XIII, 1883, p. 268.

³ *Bull. neuch.* VIII, 1868, p. 122.

⁴ *Id.* XVI, 1888, p. 93.

⁵ *Id.* XVII, 1889, p. 106.

⁶ *Id.* XXI, 1893, p. 82.

⁷ *Id.* XXII, 1894, p. 3.

tation actuelle de la moitié de la population du canton de Neuchâtel. Les principaux sont les mémoires publiés par M. G. Ritter dans les tomes XIII, XIV et XV du *Bull. neuch.*

On voit par ce qui précède que si les formations glaciaires et l'hydrologie des Gorges de l'Areuse ont inspiré quelques publications d'une certaine envergure, la stratigraphie et la tectonique de cette contrée n'ont en revanche jamais fait l'objet d'une étude quelque peu systématique. Les observations très espacées et généralement incomplètes de nos devanciers ne peuvent donc fournir une idée précise de la structure géologique de cette région du Jura pourtant si intéressante à tant d'égards.

En 1888, la Société des sentiers des Gorges de l'Areuse fit paraître la *Carte topographique* au 1 : 15 000 de MM. Maur. Borel et Aug. Dubois. Grâce à l'échelle adoptée, elle devenait un auxiliaire précieux pour l'étude géologique de cette contrée. En possession de ce document, il nous fut possible de reprendre cette étude dans son ensemble et à la lumière des connaissances acquises aujourd'hui. Les résultats que nous livrons aujourd'hui à la publicité prouvent entre autres que si la géologie jurassienne peut passer à cette heure pour un terrain bien piétiné, il est cependant encore possible d'y récolter nombre de faits inattendus.

PREMIÈRE PARTIE — STRATIGRAPHIE

Terrains jurassiques.

A. DOGGER OU JURASSIQUE MOYEN

Le Lias n'affleure nulle part dans les Gorges de l'Areuse.

Nous admettons pour l'épaisseur du Dogger dans la région qui nous occupe 250 à 300 m. Ces chiffres sont plus élevés que ceux qui ont été reconnus jusqu'ici. Pour le Jura bernois, M. Rollier arrive à une évaluation moyenne de 170 m.¹ et de 200 m. comme maximum². Desor et Gressly obtiennent 237 m.³. Nous sommes portés à forcer ces chiffres à cause des épaisseurs considérables qu'atteignent les étages supérieurs du Dogger au Furcil : *Dalle nacrée*, 43 m. au lieu des 34 de Desor et Gressly ; Marne dite à *Discoïdées*, 73 m. au lieu des 35 des mêmes auteurs. Cette exagération d'épaisseur peut provenir en partie de ce qu'au Furcil les couches visibles sont situées au sommet d'un anticlinal aigu, où elles auraient été tuméfiées. Cependant, rien n'est moins sûr, puisque dans la même localité d'autres assises, celles de l'*Argovien supérieur*, ont au contraire subi une énorme réduction d'épaisseur. Ce qu'il y a de certain, c'est que nulle autre part dans le Jura les *Couches du Furcil* n'apparaissent avec un développement pareil à celui que nous observons ici, dans la station classique de ce terrain.

¹ *Mat. carte géol.* VIII, 1^{er} supp. 1893, p. 258.

² *Id.* VIII, 2^{me} supp. 1898, p. 186.

³ *Etudes géol. sur le Jura neuchâtelois*, 1859. *Mém. neuch.*

Parallélisme des étages et niveaux du Dogg

Jura bernois d'après Thurmman, J.-B. Greppin, etc.	Gorges de l'Areuse d'après Schardt et Dubois.	Mont Pe d'après
Marnes à fossiles pyriteux.	Lacune.	
Oolite ferrugineuse à <i>Reineckea anceps</i> . Dalle nacrée et zone à <i>Steph. macrocephalus</i> .	Dalle nacrée supérieure . 25m Marne grise 6m Dalle nacrée inférieure . 12m	(7) Dalle nacrée noduliforme (les chiffres entre parenthèses correspondent à la numérotation)
Calcaire roux sableux et calcaire marneux à <i>Rhynchonella varians</i> .	Marnes du Furcil avec <i>Park. Neuffensis</i> . Calcaire roux marneux à <i>Acanthothyris spinosa</i> .	(8) Marnes calcaires roux sableux
Grande oolite (supérieure) avec oolite miliaire et marne à <i>Homomyes</i> intercalée.	Calcaire compact gris blanchâtre, localement oolitique.	(9) Calcaire Pierre blanche (10) Oolite miliaire châtre.
Marne à <i>Ostrea acuminata</i> .	Marnes à <i>Waldheimia</i> , en alternance avec des calcaires $\pm$ spathiques ou oolitiques, etc.	(11) Marnes calcaires grésiformes
Oolite subcompacte (grande oolite inférieure) avec <i>Park. Parkinsoni</i> .		<i>Ostr. acuminata</i> <i>Murchisonia</i> <i>Rh. obsoleta</i>
Marno-calcaires à <i>Steph. Blagdeni</i> et <i>Humphriesi</i> .	Calcaires marneux avec Polyptères et Brachiopodes.	(12) Calcaire grisâtre. <i>Isastrea</i> .
Calcaires marneux oolitiques à <i>Son. Sowerbyi</i> et <i>Sphaer. Sauzei</i> .	Invisibles dans la région des Gorges de l'Areuse.	(13) Calcaires blanchâtres Marne.
Oolites ferrugineuses $\pm$ marnieuses, à <i>Harp. Murchisonæ</i> .		(14) Calcaire à oolites
Calcaires et argiles micacées et marnes argileuses micacées à sphériles avec <i>Harp. opalinum</i> .		(15) Calcaire à oolites (16) Calcaires en bancs (17) Marnes à oolites
Calcaires et marnes à <i>Lyt. jurense</i> .		(18) Marnes à oolites et <i>Lyt.</i>

ns le Jura neuchâtelois, vaudois et bernois.

Convers llier.	Environs de Baulmes.	Etages.	
	Marne noire + ferrugineuse à Bélemnites.	Divésien (Malm infér.)	
calcaire échi- ses correspon- de M. Rollier.)	Calcaire noduleux à <i>Reineckea Greppini</i> , Oppel. Dalle nacrée. (Calcaire échinodermique.)	Callovien.	
il. (Calcaire	Marnes du Furcil avec calcaire sableux à <i>Gastéropodes</i> . Marne à <i>Rhynch. varians</i> .	Marnes du Furcil	Bathonien.
coralligène.	Calcaire échinodermique ou oolitique.	Grande oolite supérieure	
gris blan-	Calcaire oolitique miliaire jaune ou gris bleuâtre.		
et marno- olitiques ou <i>Parkinsonia</i> , <i>Pholad.</i> <i>maxillata</i> ,	Marnes à <i>Waldheimia subbu- culenta</i> , en alternance avec des calcaires spathiques. Calcaires échinodermiques en alternance avec des marnes.	Marne de Plasne Grande oolite infér.	
iers sableux r. <i>Nicoleti</i> ,	Marnes grises à rognons. Marne à Polypiers et Brachio- podes de Combettaz.	Bajocien.	
ues massifs, spathiques.			
ers siliceux. oques. ux gris noirs	Calcaire gris noir. Invisible aux environs de Baul- mes.		
. <i>opalinum</i> .			
es à Bélem- ense.		Toarcien (Lias supér.)	

DOGGER OU JURASSIQUE MOYEN

DOGGER OU JURASSIQUE MOYEN

Au Furcil même, le Dogger est visible du sommet du *Callovien* jusqu'à la base (à très peu de chose près) de la *Grande Oolite*, soit sur une épaisseur de 160 à 170 m.

BATHONIEN

Couches de Brot. — Les terrains les plus anciens visibles dans les Gorges de l'Areuse appartiennent à cet horizon. Il règne encore une grande confusion dans la nomenclature des étages du Dogger jurassien et, par suite, quelque incertitude dans les essais de parallélisme qu'on a tentés en comparant les affleurements même les mieux étudiés. En ce qui concerne notre territoire, nous sommes parvenus à déterminer sûrement la situation stratigraphique des étages. Voici les faits :

Les couches les plus anciennes affleurent sur la route cantonale, à 400 m. à l'E. de Brot-dessous. Ces *Couches de Brot* ont depuis longtemps mis à l'épreuve la sagacité des géologues. Jaccard avait pourtant bien reconnu leur situation, immédiatement subordonnée à la Grande Oolite ¹. Quant à M. Rollier ², il s'exprime à leur sujet de cette façon : « Sur la route de Brot à Fretereules, on trouve sur le massif oolitique, ou dans sa partie supérieure, des bancs coralligènes et siliceux pétris de *Rhynchonella obsoleta*, *R. major*, *R. acuticosta*, et surtout d'une *Zeilleria* intermédiaire entre *Z. subbucculenta* Chap. et Dew. et *Z. subrugata* Desl., avec quelques exemplaires de *Pecten Dewalquei*, *Cidaris Courteaudina*, de nombreux polypiers, etc. C'est le Bajocien ou Lédonien de Jaccard. Sa position vers le

¹ *Mat. cart. géol.* VI, 1869, p. 221.

² *Id.* VIII, 2^{me} supp., 1898, p. 17.

sommet du Bathonien ne peut être douteuse, si l'on dresse la carte détaillée de la région. C'est l'équivalent du Forest-Marble. — L'erreur de Jaccard a naturellement passé dans la Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse, quant au gisement de Brot. »

Plus loin¹, dans une note supplémentaire, M. Rollier, ajoute :

« Il est possible que les couches coralligènes à fossiles siliceux de Brot soient du Vésulien supérieur, de même que celles du Chasseron, de Crébillon et de la Baulmine, derrière le Suchet (Vaud). A Brot, on ne voit pas ce qui repose sur ces couches siliceuses, et les bancs oolitiques du sentier des gorges entre le Furcil et le Saut de Brot, qui sont certainement bathoniens, ne répondent point aux Couches de Brot. Nous hésitons pour ces dernières entre le Bathonien supérieur et le Vésulien supérieur. »

L'exploration attentive de la localité nous a démontré que les Couches de Brot sont, comme Jaccard l'a indiqué, *certainement subordonnées à la Grande Oolite*. Cette dernière est visible un peu à l'W., en bancs fortement redressés dont le prolongement passerait sur les Couches de Brot. De plus, dans la forêt, au N. de la route, on observe une forte plaque de Grande Oolite, *dont la situation au-dessus de ces couches est évidente*.

L'ensemble de ces terrains fait partie d'une plaque chevauchée par-dessus le jambage N.W. de l'anticlinal, ainsi que le montre le profil de la fig. 5.

Les Couches de Brot n'appartiennent donc en tout cas pas au Bathonien supérieur.

¹ *Mat. carte géol.* VIII, 2^{me} supp. 1898, p. 191.

Pour arriver à les classer, nous comparerons notre gisement avec les niveaux établis pour le Jura bernois par Thurmann et J.-B. Greppin, puis avec ceux de la région des Convers, de Montperreux et de la Vue-des-Alpes dont M. Rollier a donné un profil détaillé accompagné d'un tableau de la succession des terrains¹; enfin avec ceux de la région de Sainte-Croix. Cet essai de parallélisme est condensé dans le tableau

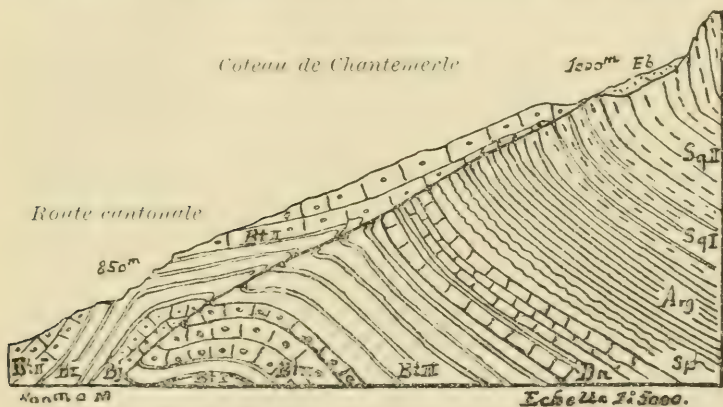


Fig. 5. — Coupe du pied de Solmont au N.E. de Brot-dessous.

LÉGENDE: *Sq. II*, Séquanien supérieur calcaire. *Sq. I*, Séquanien inférieur marno-calcaire. *Arg.*, Argovien supérieur. *Sp.*, Spongitién (Argovien inférieur). *Dn.*, Dalle naérée. *Bt. III*, Couches du Furcil et Calcaire roux. *Bt. II*, Grande Oolite. *Bt. I*, Couches de Brot. *Bj.*, Couches à polypiers, Bajocien supérieur.

que nous donnons à la fin de ce chapitre et qui s'étend au Dogger tout entier.

Tout récemment a paru le volume de M. Rittener² sur les environs de Sainte-Croix. Les gisements très remarquables de la chaîne du Chasseron (Denayriaz,

¹ *Mat. cart. géol.* VIII, 2^me supp., 1898, p. 13.

² *Etude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Sainte-Croix et Baulmes.* *Mat. carte géol.*, N. S. XIII, 1902.

La Merlaz) et du vallon de la Baulmine y sont soumis à une étude détaillée. M. Rittener tend à se rallier à l'opinion de M. Rollier quant à l'extension que donne ce dernier aux limites inférieures du Callovien. Il est par contre absolument affirmatif quant à la situation des Couches de Brot *au-dessous* des assises de la Grande Oolite, nom que nous attribuons au massif calcaire subordonné aux Couches du Furcil, bien que ces calcaires soient généralement homogènes, gris ou même blancs et très semblables à ceux du Séquanien. (Ils sont échinodermiques aux environs de Baulmes et Sainte-Croix.) Il est donc intéressant de faire ici cette comparaison. Nous avons à plusieurs reprises exploré la région de Sainte-Croix et de Baulmes, en vue de nous rendre définitivement compte du parallélisme des assises.

Cette comparaison est particulièrement facile, puisqu'au gisement de Crébillon, près de Baulmes, on trouve, à une distance de 30 km. de Brot-dessous, la faune des Couches de Brot, à tel point identique à celle de ce gisement, avec une proportion si semblable des espèces, qu'il n'est pas possible de distinguer les échantillons provenant des deux localités.

En examinant ce qui se passe dans ces différentes régions, nous arrivons tout d'abord à cette conclusion qu'il est nécessaire de faire passer la limite du Bathonien et du Bajocien au milieu de nos Couches de Brot, c'est-à-dire de ranger les plus élevées, que l'on peut désigner sous le nom de *Couches à Brachiopodes*¹

¹ Ces couches renferment en quantité prodigieuse une *Waldheimia* que M. Rollier appelle une *Zeilleria voisine de Z. subbucculenta* Chap. et Dew. Nous la désignerons sous le nom de *Waldheimia nov. sp.* La véritable *Waldheimia subbucculenta* Chap. et Dew. existe aussi à Brot, mais elle y est rare.

dans le Bathonien inférieur et le niveau à *Polypiers* dans le Bajocien supérieur. Cette manière de voir est d'autant plus plausible que, selon M. Rollier, les couches supérieures (N^o 41 du tableau) renferment aux Convers des *Parkinsonia*, et que d'autre part nous avons recueilli nous-mêmes, également près des Convers, dans la couche à polypiers du Crêt-Meuron (Carrière de Treyfont), qui correspond au niveau à polypiers de Brot, un bon exemplaire de *Stephanoceras Humphriesi*.

Les Couches de Brot-dessous nous paraissent donc correspondre à la marne à *Ostrea acuminata*, y compris l'Oolite subcompacte ou Grande Oolite inférieure de Thurmann. Cette classification est d'autant plus justifiée que les Couches de Brot ne représentent pas une seule assise; mais, comme à Baulmes, elles comprennent des alternances de marnes-calcaires et de calcaires souvent échinodermiques ou oolitiques, gris ou jaunâtres, qui atteignent une assez grande épaisseur. Les polypiers ne se rencontrent qu'à la base.

Il est évident que les polypiers ne peuvent pas être envisagés comme indiquant un niveau stratigraphique précis. Il peut y en avoir dans tous les niveaux, et de plus les mêmes espèces peuvent traverser toute une série d'étages. Mais les polypiers, par leur apparition, indiquent des dénivellations du fond de la mer, embrassant des étendues considérables; aussi leur présence dans une certaine région est-elle ordinairement liée à des couches contemporaines ou du moins d'âges très rapprochés.

La comparaison avec la coupe de la Vue-des-Alpes aux Convers nous fournit encore un autre jalon, c'est la certitude que le niveau supérieur à polypiers, celui

du Crêt-Meuron, appartient au Bajocien supérieur. Or la zone à polypiers de la base des Couches de Brot étant, d'après les espèces qu'elle renferme, du même âge que le niveau à polypiers du Crêt-Meuron, elle représente donc aussi le sommet du Bajocien, soit la zone à *Steph. Blagdeni* et à *Steph. Humphriesi*.

Il serait possible toutefois qu'à Brot la zone à polypiers représentât la base du Bathonien, soit l'Oolite subcompacte, il en résulterait un petit déplacement de la limite des deux étages Bathonien et Bajocien. Il faut attendre la découverte d'une Ammonite caractéristique pour trancher la question. La solution que nous admettons ne change pas notablement la base stratigraphique de notre série.

A Baulmes, comme l'a reconnu aussi M. Rittener, les Couches de Brot se trouvent nettement au-dessous de la Grande Oolite et représentent l'équivalent de la marne à *Ostrea acuminata*, puisque au-dessous, et encore avant le niveau à polypiers de Combettaz, suit un complexe de bancs échinodermiques représentant l'Oolite subcompacte ou Grande Oolite inférieure. M. Rittener qualifie aussi les Couches de Brot de Couches à *Homomyes* ou de Couches à Polypiers, ce qui prête à confusion. Nous n'entendons appeler « Couches de Brot » que des assises qui ont les mêmes faciès et qui renferment une faune identique, ou du moins très similaire à celle de Brot-dessous.

Le niveau stratigraphique de cette assise correspond à la marne à *Ostrea acuminata*, soit au Fullers-Earth des Anglais, ou à la Marne de Plagne.

A Brot-dessous les différentes assises ont subi des dislocations et ont joué les unes sur les autres, de telle sorte qu'il est impossible d'en faire un relevé ou

une description précise, banc par banc. Elles sont généralement formées d'un calcaire gris, dur, à cassure spathique, esquilleuse, à taches couleur de rouille, presque orangée et à rognons siliceux. Tous les bancs sont fossilifères; dans la partie moyenne existent de faibles intercalations marneuses, particulièrement riches en individus, surtout en Brachiopodes, dont le test est silicifié.

Cette faune, dont nous avons recueilli d'innombrables échantillons, est encore imparfaitement connue; beaucoup d'espèces sont nouvelles. Nous l'avons étudiée avec intérêt, mais il faudrait plus de temps que nous n'en avons eu à notre disposition, et surtout rassembler des séries encore plus complètes de bons exemplaires, pour pouvoir en entreprendre la description paléontologique.

Faune des Couches de Brot.

Un seul gisement à l'E. de Brot-dessous¹.

A. Niveau inférieur à Polypiers.

(Bajocien supérieur.)

Polypiers.

Confusastrea Cottaldi, d'Orb. c.²

Thecosmilia costata, From. c.

» *Jaccardi*, Koby, c.

» sp. c.

¹ Dans les *Mat. Soc. pal. Suisse* (Monog. des Polypiers de la Suisse, par Koby), on trouve dans l'énumération des localités où se rencontrent les espèces de cette liste le nom de Bras-dessus; c'est évidemment de Brot-dessous qu'il s'agit.

² Toutes les listes de fossiles de cette notice ont été établies à l'aide des quatre collections suivantes: Coll. Jaccard à l'Académie de Neuchâtel; coll. du Musée de Neuchâtel; coll. Schardt et coll. Dubois.

rr = très rare; r = rare; c = commun; cc = très commun.

- Thamnaastrea mettensis*, E. H.¹
» *mammosa*, E. H. c.
» *Terquemi*, E. H. cc.
Isastrea explanata, Goldf. c.
» *Bernardi*, d'Orb. c.
» *Marcoui*, Koby. c.
» *salinensis*, Koby. c.
Montlivaultia decipiens, Goldf. c.

En outre, un certain nombre des Brachiopodes de la liste suivante qui, dans les diverses collections, n'ont pas été séparés.

B. Niveau supérieur.

Couches à Brachiopodes. (Bathonien inférieur.)

Mollusques gastéropodes.

- Chemnitzia vittata*, d'Orb. r.
Nerinea sp. c.
Turritella inornata, T. et J. r.
Pleurotomaria sp. r.
Solarium sp. r.

Mollusques pélécy-podes.

- Arca* sp. r.
Opis rustica, T. et J. r.
Lima bellula, Morr. et Lyc. r.
» *duplicata*, Sow. r.
» *semicircularis*, Goldf. r.
» *helvetica*, Opp. r.
Pecten Dewalquei, Opp. cc.
» *lens*, Sow. cc.
Ctenostreon pectiniiformis, Schl. cc.
Perna sp. r.
Gastrochaena fabiformis, T. et J. r.
Trichites sp. c.

¹ E. H. Edwards et Haime.

Hinnites sp. c.

Alectryonia sp. c.

» *costata*, Roem. r.

» *Marshii*, Sow. c.

» *cfr. gregarea*, Sow. r.

Brachiopodes.

Waldheimia subbucculenta, Chap. et Dew. r.

Waldheimia nov. sp.¹ cc.

Rhynchonella obsoleta, Sow. cc.

» *Morierei*, Daw. cc.

» *acuticosta*, v. Ziet. cc.

» *parvula*, Desl.² cc.

» *concinna*, Sow. cc.

» *Edwardsi*, Chap. et Dew. r.

Echinodermes

Cidaris Zschokkei, Des. c.

» *Courteaudina*, Ag. cc.

» *Guerangeri*, Cott. r.

Pseudodiadema Campichei, de Lor. r.

» *homostigma*, Ag. r.

Clypeus Plotii, Klein. r.

Pentacrinus (plusieurs espèces). cc.

Grande Oolite. — Les Couches de Brot passent insensiblement à la Grande Oolite en devenant de moins en moins fossilifères. Celle-ci s'observe non

¹ Pourrait être la forme juvénile de *W. subbucculenta*.

² Au Musée de Neuchâtel, cette espèce est étiquetée *Rh. Triboleti*, Mer.: elle est identique à la *Rh. Pallas* jeune, figurée dans Haas (*Rhynchonellen von Elsass-Lothringen*, pl. VII, fig. 5), laquelle appartient apparemment à notre espèce. Tous les échantillons de Brot sont de petite taille, absolument identiques à la figure de Davidson (t. IV, pl. XXVII, fig. 21) et appartiennent certainement à la forme adulte de l'espèce. Elle se retrouve identique et également de petite dimension (4-5 mm.) à Crébillon sur Baulmes. La *Rh. obsoleta* se trouve par contre dans ces couches à tous les degrés de développement. Il y en a même de très grands individus [3-4 cm.]

seulement dans le voisinage immédiat de l'affleurement dont nous venons de nous occuper, mais elle dessine le long de la voie ferrée du Jura-Simplon, en aval du Pont de la Baleine, une vaste courbe due à une coupe au travers d'un bombement local du flanc S.E. chevauché.

Une galerie creusée sous ce massif pour le captage d'une source a pénétré dans des marnes gris bleu avec de nombreux débris de polypiers (*Isostrea*) et *Pecten Devalqueri*¹, c'est-à-dire précisément dans le niveau des Couches de Brot. Cette observation confirme encore ce que nous avons dit de la situation de ces couches.

Ce massif, épais de 25-30m., est divisé en bancs réguliers de 60 à 80 cm. d'épaisseur, sans aucune intercalation marneuse. La roche, très pauvre en fossiles, est un calcaire blanchâtre ou grisâtre, très dur, à oolites disséminées. Les bancs supérieurs sont d'un gris foncé, brunâtres à la surface, avec de petites taches jaunes et deviennent de plus en plus fossilifères; puis ils passent insensiblement au Calcaire roux marneux. Sur la route de Brot, quelques bancs laissent voir à leur surface des exemplaires reconnaissables de l'*Ostrea acuminata*.

Calcaire roux marneux. — Il forme un très bel affleurement sur toute la rive gauche de l'Areuse, du Furcil au Pont de la Baleine: il en existe de plus, au-dessous de l'entrée des galeries d'exploitation du ciment, un lambeau en situation anormale, butant contre les marnes du Furcil, au lieu de leur être subordonné (voir Tectonique). Ces marnes et marno-

¹ Rollier. *Mat. carte géol.* VIII, 2^{me} supp., 1898, p. 17.

calcaires, appliqués sur la Grande Oolite, s'observent sur les deux flancs du bombement coupé par la voie ferrée, entre le Pont de la Baleine et l'usine du Plan de l'Eau. Enfin nous avons encore découvert un troisième lambeau, également appliqué sur la Grande Oolite, à quelques mètres au N. de la route, dans le voisinage immédiat de l'affleurement des Couches de Brot, à l'E. du village de Brot-dessous. Ces calcaires marneux très fissurés et délités, ont mal résisté à l'érosion, ce qui explique l'état fragmentaire des affleurements. Ils sont formés d'une roche gris-foncé, devenant jaune-brun par oxydation, extrêmement riche en fossiles. Certains bancs sont un véritable conglomérat de grosses *Térébratules* et de *Rhynchonella spinosa*. Le gisement le plus remarquable se trouve au Pont de la Baleine. La faune ne paraît pas différer beaucoup de celle des marnes du Furcil. Tandis que le Calcaire roux est un faciès à Brachiopodes et Echinides avec de nombreux Pélécypodes pleuroconques, les Couches du Furcil offrent un faciès à Céphalopodes avec une assez forte immixtion de Brachiopodes, comme on le verra plus loin par la liste commune aux deux niveaux.

Couches du Furcil. — Nous rangeons sans hésitation cet horizon dans le Bathonien. L'un de nous s'est déjà expliqué à ce sujet¹, nous ne pouvons mieux faire que de résumer son argumentation : Suivant l'exemple de Gressly, Desor, puis Jaccard, on avait toujours vu dans la Dalle nacrée un équivalent du Cornbrach et de la Grande Oolite des Anglais, c'est-à-dire qu'on la prenait pour du Bathonien supérieur.

¹ *Eclogæ* VI, 1900, p. 140.

Les Couches du Furcil et le Calcaire roux devaient alors être considérés comme du Bathonien inférieur (Vésulien) et nos calcaires de la Grande Oolite avec les Couches de Brot comme du Bajocien (Lédonien). Or, il est aujourd'hui hors de doute que la Dalle nacrée appartient au Callovien (zone à *Macrocephalites macrocephalus*) ; il en résulte que les Couches du Furcil sont du *Bathonien supérieur*, précisément l'équivalent du Cornbrash (Calcaire roux sableux de Thurmann). De ce chef, les Couches de Brot forment la base du Bathonien.

D'autre part, M. Rollier¹ abaisse la limite du Callovien au-dessous des Couches du Furcil. Cette classification prête à confusion, puisque le niveau à *Parkinsonia* (*P. Neuffensis*) est partout considéré comme Bathonien supérieur (Bradfordien sup. = Variansschichten). Que le Calcaire roux sableux du Jura bernois contienne dans sa partie supérieure des *Macrocephalites*, cela prouve simplement que là le faciès marno-calcaire comprend une partie du Callovien inférieur et que la limite des faciès ne correspond pas avec les limites paléontologiques des étages. Cela se rencontre souvent. Par exemple, le fait que dans le Jura méridional le faciès marneux de l'Argovien s'étend sur presque la moitié de l'épaisseur du Séquanien, ne justifierait pas la réunion de tout l'Argovien à ce dernier étage ou inversement celle du Séquanien à son substratum, ou enfin la fixation de la limite des deux étages au sommet du faciès marneux du Séquanien, soit au milieu du Séquanien.

La limite entre le Bathonien et le Callovien a été

¹ *Mat. carte géol.* VIII, 2^{me} supp., 1898, p. 13 et 39.

de tout temps placée entre la zone à *Am. macrocephalus* et les couches à *Rh. varians* (zone à *Parkinsonia ferruginea*). C'est ce principe qu'il convient de maintenir. Toute autre délimitation des étages prêterait à confusion.

La faune des Couches du Furcil n'a d'ailleurs rien de commun avec celle du Callovien; c'est, à notre avis, une faune bathonienne des mieux caractérisées.

La structure des marnes du Furcil a été décrite à plusieurs reprises, notamment dans le volume de Jaccard¹. Ce sont des alternances nombreuses de marnes et de calcaires marneux. Le tableau Pl. III donne la série complète des assises de la Dalle macrée jusqu'à la limite visible des marnes du Furcil, avec les dénominations établies par les carriers exploitant la roche à ciment. La situation tectonique du gisement ressort du profil (fig. 6) dont nous reparlerons dans la deuxième partie.

Au Furcil les fissures qui parcourent ces marnes sont souvent remplies de *bitume visqueux*, dont l'origine est encore énigmatique.

Au N.E. de la coupe du *Revers du Furcil*, on suit sans interruption cette zone marneuse au-dessus des calcaires de la Grande Oolite; mais les affleurements sont rares. On a tenté de l'exploiter au S.E. de Brot-dessous et à Prépunel. Une seconde zone part du Plan de l'Eau et va se souder à la première entre Brot et Fretereules.

La faune reste identique du haut en bas de l'étage: si les grosses Ammonites sont plus particulièrement abondantes dans les bancs inférieurs, elles ne sont

¹ *Mat. carte géol.* VI, 1859, p. 217.

pas absentes des autres. Seules, les couches supérieures (N^o 15 de la Pl. III) sont très pauvres en fossiles.

M. Modeste Clerc, licencié es-sciences, a entrepris, en vue de sa dissertation inaugurale, l'étude paléontologique complète de cette faune, ainsi que de celle du Calcaire roux marneux. La liste des espèces que nous donnons ci-dessous a été établie par lui en 1902¹.

Nous verrons par la suite si l'étude paléontologique de M. Clerc confirmera ou infirmera notre manière de voir, vu qu'elle portera non seulement sur la faune des gisements du Furcil, mais aussi sur celle des gisements de Baulmes et de plusieurs autres du Jura français.

Faune des Marnes du Furcil (M) et du Calcaire roux marneux (Cr.)

GISEMENTS. — Le Revers du Furcil; Pont de la Baleine; Plan de l'Eau.

Arthropodes.

Glyphea sp. — Cr.

Mollusques céphalopodes.

Perisphinctes procerus, Seebach. — Cr.

» *balinensis*, Neum. — Cr.

» *subtilis*, Neum. — Cr.

» *evolutus*, Neum. — M.

Parkinsonia Parkinsoni, Sow. — Cr., M.

¹ M. M. Clerc, outre les quatre collections énumérées plus haut, a eu à sa disposition les matériaux de sa propre collection, et ceux des Musées de Lausanne et de Genève; il a donc pu étudier la série la plus complète d'échantillons du Furcil qu'il soit possible de réunir.

- Parkinsonia Neuffensis*, Oppel. — M.
» *Garantiæ*, d'Orb. — Cr.
Oppelia subradiata, Sow. — Cr.
Belemnites giganteus, Schl. — Cr.
» *canalicatus-sulcatus* (débris). — Cr.

Mollusques gastéropodes.

- Pleurotomaria armata*, Münst. — Cr.
» *obesa*, Desl. — M.
» *Cotteaui*, d'Orb. — M.
Natica Pelea, d'Orb. — M.

Mollusques pélécy-podes.

- Pholadomya Murchisoni*, Sow. — M.
» *bucardium*, Ag. — Cr.
» *angustata*, Sow. — M.
Goniomya litterata, Ag. — M.
» *scalpium*, Ag. — Cr.
Ceromya plicata, Ag. — Cr.
Homomya gibbosa, Ag. — M.
» *Vezelayi*, Lay. — Cr.
Isocardia tenera, Sow. — Cr.
» *bullata*, Terq. et Jourd. — Cr., M.
Trigonia pullus, Sow. — M.
Cucullea concinna, Phil. — Cr.
Gresslya abducta, Phil. — Cr.
» *ovata*, Ag. — Cr.
Pleuromya Jurassi, Brong. — Cr., M.
Arcomya lateralis, Ag. — M.
» *clapensis*, Terq. et Jourd. — M.
» *sinistra*, Ag. — Cr.
Thracia oolitica, Terq. et Jourd. — M.
Lucina squamosa, Terq. et Jourd. — M.
Modiola gibbosa, Sow. — Cr. M.
» *imbricata*, Sow. — Cr.
» *Lonsdalei*, Morr. et Lyc. — Cr.
» *gigantea*, Quenst. — Cr.
Gervillia acuta, Sow. — Cr.

- Hinnites abjectus*, Phil. — Cr.
Lima bellula, Morr. et Lyc. — Cr.
 » *semicircularis*, Goldf. — Cr.
 » *gibbosa*, Sow. — Cr.
 » *proboscidea*, Sow. — Cr.
 » *duplicata*, Sow. — Cr.
Avicula (*Pseudomonotis*) *echinata*, Sow. — Cr.
 » *Munsteri*, Goldf. — Cr.
 » *subcostata*, Röem. — Cr.
Pecten exaratus, Terq. et Jourd. — Cr.
 » *vagans*, Sow. — Cr.
 » *demissus*, Mor. et Lyc. — Cr., M.
 » *lens*, Sow. — Cr.
 » *ambiguus*, Münst. — Cr.
Pinna triangularis, Grepp. — Cr.
 » *ampla*, Sow. — Cr.
Alectryonia Marshii, Sow. — Cr.
 » *costata*, Sow. — Cr.

Brachiopodes.

- Rhynchonella varians*, Ziet. — Cr., M.
 » *obsoleta*, Sow. — Cr., M.
 » *concinna*, Sow. — Cr., M.
 » *quadra*, Gust. — Cr., M.
 » *spathica*, Lam. — Cr., M.
 » *Thurmani*, Voltz. — Cr., M.
Acanthothyris spinosa, Schloth. — Cr., M.
 » *senticosa*, de Bude. — Cr., M.
Terebratulula perovalis, Sow. — Cr., M.
 » *Stephani*, Dov. (= *submaximilata* Desl.) — Cr., M.
 » *globata*, Sow. et var. — Cr., M.
 » » var. *intermedia*, Sow. — Cr., M.
 » » var. *Eudesi*, Opp.
 » » var. *birdlipensis*, Walker.
 » *sphaeroidalis*, Sow. — Cr., M.
 » *Ferryi*, Desl. — Cr., M.
 » *maxillata*, Morris. — Cr.
 » *Fleischeri*, Opp. — Cr., M.

- Terebratula furcilensis*, Haas¹. — Cr., M.
 » *circumdala*, Desl. — Cr., M.
Waldheimia lagenalis, Schl. — Cr.
 » *digona*, Sow. — Cr.
 » *carinata*, Lam. — Cr.

Echinodermes.

- Clypeus Ploti*, Klein. — Cr.
 » *altus*, M'Coy. — Cr.
Holactypus depressus, Leske. — Cr.
 » *hemisphaericus*, Ag. — Cr.
Collyrites ringens, Desm. — Cr.
 » *ovalis*, Cott. — Cr.
Aerosulenia spinosa, Ag. — Cr.
Pseudodiadema depressum, Ag. — Cr.

Les espèces les plus communes dans ces deux assises sont les suivantes :

- Parkinsonia Neuffensis*, Opp. — M.
Pleuromya jurassi, Brongn. — Cr.
Homomya gibbosa, Ag. — M., Cr.
Ceromya concentrica, Ag. — M.
Pholadomya Murchisoni, Sow. M., Cr.
Goniomya litterata, Ag. — M.
Modiola gibbosa, Sow. — Cr.
Collyrites ringens, Desm. — Cr.
Holactypus depressus, Leske. — Cr.
Clypeus altus, M'Coy. — Cr.
Rhynchonella varians, Ziet. — Cr., M.
Acanthothyris spinosa, Schloth. — Cr.
Terebratula globata, Sow. — Cr., M.
 » *maxillata*, Sow. — Cr.

¹ D'après M. Clerc, le *T. furcilensis*, Haas, ne serait pas une bonne espèce, étant très voisine à la fois des *T. Lutzi*, *T. intermedia* et *T. Fleischeri*. Elle fait partie, comme celles-ci, du groupe, presque inextricable aujourd'hui, du *T. globata*, Sow.

CALLOVIEN

Dalle nacrée

L'étage Callovien n'est représenté sur notre territoire que par la *Dalle nacrée*. Celle-ci, dont l'épaisseur atteint 45 m., présente la coupe totale de ses assises dans la belle paroi artificielle de la Roche taillée¹, qui domine les exploitations du Furcil. Cette coupe abrupte est d'ailleurs difficilement accessible, mais les affleurements de Dalle nacrée sont si nombreux qu'il est facile d'en examiner la roche.

Au Furcil, on reconnaît trois divisions qui sont, de bas en haut (voir Pl. III et fig, 6) :

1. La *Dalle nacrée inférieure*, c'est-à-dire des calcaires échinodermiques bien lités, en bancs minces, de couleur grise, à cassure très spathique et jaunissant à la surface. (Épaisseur : 12 mètres.)

2. Une *marne grise*, feuilletée. (Épaisseur 6 m.)

3. La *Dalle nacrée supérieure*, identique à celle du N° 1. (Épaisseur : 25 m.)

Sur le flanc S. du ravin des Gorges de l'Areuse, la Dalle nacrée n'apparaît qu'en deux pointements, l'un dans le voisinage du Pré de Trey mont, dans une situation très disloquée, l'autre dans le Creux-du-Van. La voûte du Solmont (flanc N. de la vallée), étant plus élargie et entamée plus profondément par l'érosion, laisse affleurer la Dalle nacrée en deux bandes parallèles partant de l'Areuse : celle du S., à 150 m.

¹ Voir *Les Gorges de l'Areuse et le Creux-du-Van*, par Aug. Dubois, 1902, p. 25, et *Bull. neuch.* XXX, 1901. Mélanges géologiques, pl. III et IV.

en amont du tunnel de Brot, — celle du N., en amont du Furcil. Ces deux zones d'affleurement se soudent à l'W. de Fretereules et à partir de là forment une vaste couverture qui s'étend jusqu'à l'E. de Prépunel. Toutefois, à Prépunel même, la nappe de Dalle nacrée, peu épaisse en général, est percée d'une boutonnière elliptique, dont le grand axe mesure 600 m., et qui laisse apparaître les Couches du Furcil, visibles sur quelques points. Elles ont en outre été atteintes par quelques sondages exécutés, il y a une trentaine d'années, en vue d'un projet d'exploitation que diverses circonstances firent abandonner.

La Dalle nacrée est loin d'être dépourvue de fossiles, mais ceux-ci sont le plus souvent d'une conservation si défectueuse que leur détermination est impossible. On reconnaît des *Pecten*, des *Ostrea*, des *Trigonia*, des radioles et des plaques coronales de *Cidaris*, et surtout d'innombrables articles du *Pentacrinus Nicoleti* (Des.) de Lor. et du *Pentacrinus Brotentis*, de Lor., puis à profusion des Bryozoaires d'une admirable conservation sur les plaques délitées par l'érosion. L'affleurement situé sur la voie ferrée, entre le tunnel de Brot et l'usine du Plan de l'Eau, nous a fourni un exemplaire en très bon état de *Zeilleria Kobyi*, Haas, et une Bélemnite également entière. Bien qu'elle soit de petite taille, elle ne peut guère être séparée du *B. latesulcatus*, d'Orb.

Résumé sur le parallélisme des niveaux du Dogger.

Comme on l'a vu, la question du parallélisme des assises du Dogger présente encore bien des points douteux. Nous l'avons examinée ici pour autant que

le sujet traité exigeait que nous fixassions le niveau probable des couches à Brachiopodes et des calcaires à polypiers de Brot, dont le substratum n'est pas visible¹. Il ne saurait entrer dans le cadre de cette étude de géologie locale de discuter à fond cette question, qui, cependant, présente un grand intérêt et mériterait d'être approfondie par une étude comprenant tout le Jura neuchâtelois et vaudois, étude qui ne manquera pas d'amener au jour des faits nouveaux et décisifs.

Dans le tableau qui suit, nous sommes partis de la série stratigraphique reconnue par Thurmann, puis vérifiée et complétée par J.-B. Greppin pour le Jura bernois. C'est dans cette série classique et incontestable que nous devons rechercher les jalons permettant de fixer nos niveaux du Jura neuchâtelois.

De tous les niveaux stratigraphiques de notre Jura, le plus constant et le plus tranché est sans contredit la Dalle nacrée, qui a été considérée bien à tort, pendant longtemps, comme appartenant au Bathonien (Cornbrash et Grande Oolite). Or, elle est certainement l'équivalent du *Callovien inférieur*, soit de la zone à *Amm. macrocephalus*. De ce chef, les marnes du Furcil sont l'équivalent du Calcaire roux sableux et du niveau à *Ter. intermedia*, et le Calcaire roux marneux du Furcil, le correspondant du calcaire marneux à *Rh. varians*.

Le calcaire compact sous-jacent doit nécessairement représenter la Grande Oolite. Il reste maintenant

¹ Dans un croquis, fig. 1, p. 10, M. Rittener (loc. cit.) indique le *Calcaire à entroques* comme formant la base des couches à polypiers de Brot. Toutefois, cette superposition, si elle est réelle, n'est nulle part visible dans la région.

à se demander si les Couches de Brot sont l'équivalent de la marne à *Ostrea acuminata*, ou de la marne à *Homomyes*. Dans la coupe des Convers à la Vue-des-Alpes, on observe la série complète des étages du Malm. Cependant le faciès des Couches de Brot, avec sa faune caractéristique, manque dans cette coupe. Mais comme le montre le tableau, elle renferme un niveau analogue. On verra ainsi qu'à Montperreux les Couches de Brot sont précédées de deux niveaux à polypiers et qu'à Baulmes la même situation est fort probable¹. Les assises visibles à Brot correspondent donc très probablement à deux niveaux distincts, séparés même ailleurs par une assise calcaire; nous attribuons le calcaire à polypiers de la base au Bajocien et les marnes et calcaires superposés (Couches à Brachiopodes) au Bathonien.

L'étage Vésulien, créé par Mayer Eymar en 1879, nous paraît également superflu; il n'est en somme que l'équivalent du Bathonien inférieur tel que nous l'entendons.

B. MALM OU JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Dans les Gorges de l'Areuse, le *Spongitién* repose directement sur la Dalle nacrée. Ce fait, déjà signalé, mérite qu'on s'y arrête, car il est unique dans le

¹ Nous venons de revoir les coupes des environs de Baulmes et constater qu'en effet il existe là deux niveaux à polypiers; le supérieur, subordonné aux Couches de Brot, se trouve au-dessus de la « Marne grise à rognons » et formerait ainsi le sommet du Bajocien. Le second, celui de Combettaz, est séparé de la marne grise par une brèche à Pentacrines. Le Calcaire gris noir serait donc du Bajocien inférieur.

canton de Neuchâtel ; il ne s'observe jamais non plus dans le Jura bernois et dans le Jura français, tandis qu'il paraît devenir la règle dans le Jura méridional. Les couches qui viennent le plus souvent s'intercaler entre la Dalle nacrée et le Spongition appartiennent, les unes au Dogger, les autres au Malm. Parmi les premières, nous pouvons citer les oolites ferrugineuses calloviennes des Crosettes, de Pouillerel et de Saint-Sulpice, qui renferment *Cardioceras Lamberti*. (*Couches de Clucy*, Marcou.) Les secondes apparaissent sous divers aspects. Rappelons : 1^o l'Oxfordien à fossiles pyriteux (Divésien), à *Creniceras Renggeri* et *Cardioceras cordatum*, qui atteint jusqu'à 60 m. d'épaisseur en Franche-Comté et qui n'a été signalé que sur un seul point du canton de Neuchâtel, le long de la route des Sonneurs, au N. de la Chaux-de-Fonds¹ ; 2^o aux Crosettes, les faibles couches à lits marneux noirs ou ochreux à oolites ferrugineuses, avec *Card. cordatum* *Bel. hastatus* ; 3^o à Saint-Sulpice, un complexe à *Card. cordatum* et à *Zoophycos scoparius*².

Dans les Gorges de l'Areuse, malgré l'assertion de Jaccard qui écrit : « A Brot-dessous, le Callovien n'est représenté que par des vestiges d'une marne calcaire intercalée entre le calcaire à Scyphies et la Dalle nacrée, et qui renferme *Amm. Lamberti* et *Belemnites hastatus*³, » il nous a été impossible de constater la présence d'une intercalation quelconque entre le Spongition et la Dalle nacrée, et nous n'avons pas trouvé trace de l'*Amm. Lamberti*. Pourtant le contact

¹ *Eclogæ*, VI, 1900, p. 343. (*L'Oxfordien dans le canton de Neuchâtel*, par L. Rollier et M. de Tribolet.)

² *Eclogæ*, VI, 1900, pl. 3, fig. 5.

³ *Mat. carte géol.*, VI, 1869, p. 212.

des deux niveaux ci-dessus est très nettement visible, en deux localités : sur la route de Brot, à trois cents mètres à l'W. de Fretereules, et au Fureil, où des travaux récents ont mis au jour ce contact sur une longueur assez considérable. Partout le faciès spongilien avec ses fossiles habituels touche directement et par contact sédimentaire à la Dalle nacrée. L'hypothèse d'une oblitération du Divésien ou de tout autre niveau par écrasement ou par faille doit être absolument exclue. Il y a conséquemment *lacune stratigraphique de la totalité de l'Etage divésien*. — A Fretereules, en particulier, on constate que la surface de la Dalle nacrée offre, au contact avec la marne grumeleuse du Spongilien, des traces très nettes de corrosion, ainsi que des concrétions ferrugineuses. Cependant, il n'y a aucune discordance visible (voir fig. 7).

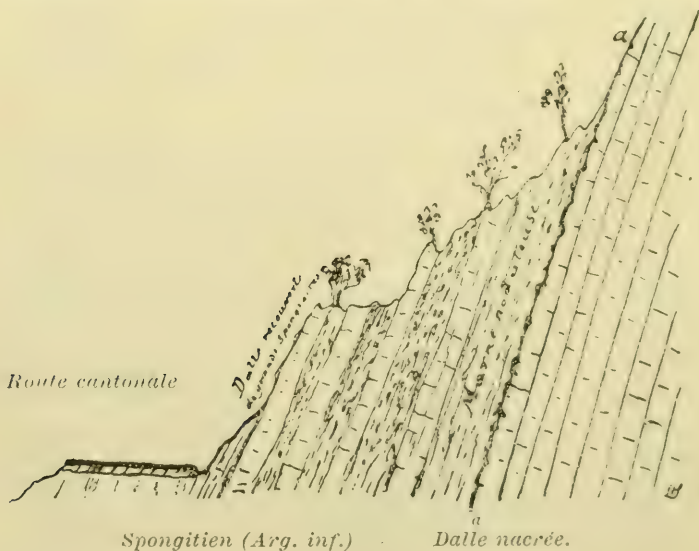


Fig. 7. — Contact du Spongilien et de la Dalle nacrée près de Fretereules.

ARGOVIEU

a. Argovien inférieur.

(Spongilien, Couches de Birmensdorf, Calcaire à Scyphies.)

Cet étage, avec le faciès et la faune si remarquablement constante qu'il possède dans tout le Jura, présente dans les Gorges de l'Areuse plusieurs affleurements, comptant au nombre des plus développés et des plus intéressants du Jura neuchâtelois. Sur la rive droite, il s'observe au Creux-du-Van et surtout dans les Lanvœennes, immenses ravines qui ont éventré le flanc N. de la Montagne de Boudry. Ici le Spongilien, grâce à ses calcaires plus résistants, forme une voûte saillante, tout au haut de la plus étendue des ravines, et présente ses couches inclinées de plus de 50 degrés vers la rivière. Sur la rive gauche, le Spongilien affleure en deux bandes continues souvent masquées par la végétation. Celle du N. s'élargit pour former un vaste placage sur lequel est bâti le hameau de Fretereules. Les stations fossilifères les plus intéressantes sont celles de la Clusette, au-dessus du Furcil, de Fretereules et des Lanvœennes. Nous y avons recueilli la faune presque complète de ce terrain; cependant, chose curieuse, quelques espèces recueillies par Jaccard à Fretereules, comme *Ismenia trigonellaris*, Schloth., *Cidaris leviuscula*, n'ont pas été retrouvées par nous, malgré d'actives recherches. Cela nous fait supposer que certaines localités fossilifères, autrefois accessibles, sont aujourd'hui masquées.

L'épaisseur du Spongilien est d'environ 30 m.

Le faciès de cette formation se présente dans notre région avec son caractère habituel. Ce sont des alternances de calcaires gris clair et de marnes, également grises, noduleuses ou schisteuses. Les fossiles sont relativement rares. Les Ammonites sont toujours mieux conservées d'un côté que de l'autre. Certains bancs sont couverts de grands spongiaires en forme de coupe évasée.

Faune de l'Argovien inférieur.

(Spongilien.)

GISEMENTS : Fretereules, Clusette, Lanvoennes¹.

Mollusques céphalopodes.

Perisphinctes plicatilis, d'Orb. cc.

» *lucingensis*, E. Favre, r.

» *crotalinus*, Siem. r.

» *birmensdorfensis*, Mösch. r.

» cfr. *Depereti* de Riaz². r.

¹ Toutes les espèces se rencontrent dans les trois stations; la plus riche est celle des Lanvoennes.

² Ces *Perisphinctes* ont été déterminés à l'aide de la description des *Fossiles de Trept* de de Riaz. Ceux du Musée de Neuchâtel et de la collection Jaccard l'ont été par M. Rollier. Nous relevons encore dans ces deux collections, parmi les espèces trouvées à Fretereules :

Perisphinctes Kreutzi, Siemiradzki.

» *orientalis*, »

» *Mindove*, »

» *Dybowskii*, »

» *Damesi*, »

» *Vajdelota*, »

Nous n'avons pas eu à notre disposition l'ouvrage de Siemiradzki, mais en comparant à ces dernières espèces celles que nous avons déterminées nous-mêmes, nous avons eu l'impression que la plupart des types créés par Siemiradzki ne sont que des variétés du *P. plicatilis*.

- Cardioceras alternans*, de Buch. r.
Harpoceras (Ochetoceras) canaliculatum, de Buch. c.
» *arolicum*, Opp. c.
Ochetoceras nimbatum, Opp. r.
Creniceras crenatum, Brong. r.
Belemnites cfr. *hastatus*, Bl. r.

Mollusques gastéropodes.

- Turbo princeps*, Röem. r.
Pleurotomaria cfr. *bijuga*, Quenst. r.

Mollusques pélécyposes.

- Pleuromya* cfr. *Arolica*, Mösch. r.
Anomia unguis, Mér. r.
Arca cœmula, Phil. r.
Lima Escheri, Mösch. r.
Hinnites tenuistriatus, Müntz. r.
Ctenostreon Marcousana, Opp. c.

Brachiopodes.

- Terebratula Rollieri*, Haas. c.
» *Stockari*, Mösch. r.
» *birmensdorfensis*, Escher. r.
Magellania orbis, Quenst. r.
Terebratella loricata, Schl. r.
Rhynchonella Arolica, Opp. r.
Ismenia pectunculus, Opp. r.
» *trigonellaris*, Schl. r.

Echinodermes.

- Cidaris læviuscula*, Ag. r.
Cyclocrinus areolatus, Mösch., r.
Balanocrinus subteres, Goldf. r.
Eugeniocrinus caryophyllatus, Goldf. r.

Spongiaires.

Scyphia sp. cc.

Goniospongia striata, Goldf. cc.

Cupulospongia pezizoides, d'Orb. cc.

» *patella*, Goldf. cc.

Hippolimus cylindricus, Goldf. cc.

Cribrospongia obliqua, Goldf. cc.

Vers.

Serpula gordialis, Goldf. cc.

» *nodulosa*, Goldf. cc.

» *planorbiformis*, Goldf. cc.

» *subnodulosa*, Et. cc.

b. Argovien supérieur.

(Pholadomyen, Couches d'Effingen, Zone des calcaires hydrauliques.)

Ces couches se présentent avec leur faciès habituel. Elles comprennent de haut en bas une alternance très régulière de lits de calcaires marneux et de marnes schisteuses, le tout d'un gris cendré uniforme avec assez souvent, sur les bancs compacts, un très mince placage de calcite. Généralement les feuillets calcaires et les intercalations marneuses présentent la même épaisseur. Celle-ci est de 12 à 15 cm. dans les Lanvœnnes, de 15 à 20 cm. au Creux-du-Van. Dans cette dernière localité on remarque à la base, des lits de 50 cm. d'épaisseur.

Au-dessus de Fretereules on observe, dans la partie supérieure de l'étage, un banc plus calcaire, d'un à deux mètres, dur, spathique qui, à la cassure, montre des débris échinodermiques d'un blanc jaunâtre.

Tandis qu'au Creux-du-Van, l'Argovien supérieur présente son maximum d'épaisseur (170 m.), il apparaît à la Clusette, c'est-à-dire sur le flanc opposé de la vallée, avec une réduction anormale si marquée, que son épaisseur n'est plus que de deux ou trois mètres. Les couches ont subi ici une lamination ou un refoulement d'une intensité exceptionnelle. Cet accident est tout à fait local, car plus à l'E., les couches paraissent reprendre assez rapidement une épaisseur plus voisine de la normale, qu'il n'est du reste pas possible de bien apprécier nulle part, les éboulis ou la végétation masquant la plus grande partie de l'affleurement.

L'Argovien supérieur fut exploité dans la seconde moitié du siècle dernier, pour la fabrication de la chaux hydraulique, à Trémont, au Creux-du-Van (où l'on voit encore des vestiges d'installation) et à Rosières, dans la carrière située au N. de la route des Ponts.

Partout, l'étage est très pauvre en fossiles. Nous avons réussi à recueillir au Creux-du-Van les espèces suivantes :

Faune de l'Argovien supérieur

(Pholadomyen.)

GISEMENTS : Creux-du-Van, Lanvoennes ¹.

Mollusques pélécyposes.

Cardium intextum, Münt., r.

Pholadomya pelagica, Ag. r.

¹ Toutes les espèces de cette liste ont été trouvées au Creux-du-Van ; quelques-unes également aux Lanvoennes.

Pholadomya hemicardia, Roem. r.

» *concentrica*, Roem. r.

Pleuromya cfr. *varians*, Ag. r.

Goniomya sulcata, Ag. r.

Ctenostreon sp. r.

Mytilus solenoideus, d'Orb.

» *subæquiplicatus*, Goldf. r.

Hinnites velatus, Goldf. r.

Perna sp. r.

Ostrea caprina, Mer. r.

SÉQUANIEN ¹

On est à l'heure qu'il est au clair sur les relations qui existent entre les faciès des étages inférieurs et moyens du Malm du Jura. M. Rollier a mis beaucoup de persévérance à débrouiller cette question complexe. Il a développé ses vues dans diverses publications ², et les a résumées dans son *Coup d'œil sur les formes et les relations orographiques que déterminent les faciès du Malm dans le Jura* ³, auquel nous renvoyons le lecteur. Rappelons toutefois que dans la bordure orientale du Jura, l'Argovien marno-calcaire, tel que nous l'avons décrit plus haut, s'est entièrement substitué au Rauracien coralligène, et qu'au-dessus de ses bancs apparaissent directement les couches du Séquanien inférieur, c'est-à-dire le niveau à *Hemicidaris crenularis*. La preuve en est fournie par la réduction de l'Oxfordien vers l'E. et le passage du Glypticien au Spongicien (C. de Birmensdorf). Ces faits aujourd'hui généralement acceptés, grâce aux travaux si lucides de

¹ Astartien de Thurmann.

² *Les faciès du Malm dans le Jura. Eclogæ I*, 1888, et *Archives Genève XIX*, 1888. *Défense des faciès du Malm. Eclogæ IV*, 1895.

³ *Bull. neuch.* XXIV, 1896, p. 67.

M. Rollier, ont été déjà pressentis par M. Choffat¹ et par J.-B. Greppin². Dans la région que nous décrivons, à cheval sur les deux plissements les plus orientaux de la chaîne, voici ce qu'on observe : sur tout le territoire de la première chaîne (Montagne de Boudry-Creux-du-Van), là où le contact du Séquanien avec l'Argovien est visible, ce qui est tout à fait exceptionnel, on constate l'absence des polypiers dans le Séquanien. Dans les affleurements plus fréquents de la seconde chaîne (Solmont-Tourne), on trouve à la base du Séquanien de superbes récifs de coraux. Les plus remarquables gisent au bord de la grande route, entre Brot et la Clusette, dans un massif rocheux qui n'est d'ailleurs pas en place, mais qui a glissé de l'affleurement situé à une faible distance au-dessus ; les polypiers se retrouvent également dans la carrière de Rosières, sur la route des Ponts. Ces coraux semblent occuper le niveau à *Hemicidariscrenularis*, ou lui sont immédiatement subordonnés. Nous sommes donc portés à admettre que ces couches coralligènes constituent les derniers vestiges du faciès rauracien. Cette situation est analogue à celle d'une série de récifs coralligènes qui apparaissent au milieu des marnes séquaniennes à *Apiocrinus Meriani* et *Rhynchonella pinguis*, sous Belle-Roche près Baulmes, en amont de la ligne de Sainte-Croix avant d'arriver aux Rapilles.

Desor et Gressly ont cité les deux premières stations que nous venons de nommer dans leur description de l'Etage corallien³.

¹ Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien. *Mém. Soc. Emul. Doubs* III, 1878.

² Cité dans Ed. Greppin, Ueber den Parallelismus Malenschichten. *Verh. Naturf. Gesellsch., Basel* XII, 1900.

³ Etude géol. sur le Jura neuch., p. 74.

a. Séquanien inférieur.

Il comprend les niveaux marneux de la base de l'étage. A la Clusette, où il est particulièrement accessible à l'étude, il est formé de trois couches marneuses grises de trois à cinq mètres d'épaisseur, très fossilifères, séparées par des bancs calcaires jaunâtres, compacts ou oolitiques. La couche inférieure, marneuse, présente un faciès presque identique à celui de l'Argovien supérieur et fait ainsi transition entre les deux étages. L'épaisseur du Séquanien inférieur est d'environ 40 m.¹

La station de la Clusette nous a fourni la plus grande partie des fossiles de la liste suivante, qui appartiennent donc au *Séquanien inférieur*. La faune est la même dans les trois couches marneuses; les Gastéropodes sont toutefois plus rares dans la couche supérieure, qui est la plus épaisse (5 m.), que dans les deux autres, qui ont 3 et 2 m. d'épaisseur.

La carrière de Rosières (route des Ponts) nous a fourni quelques Brachiopodes et Echinides.

Un bel affleurement de marne du Séquanien inférieur se voit encore à l'entrée E. du tunnel des Places bourgeoises. Les fossiles, qui sont abondants (surtout *Waldh. humeralis*), sont les mêmes que ceux de la Clusette. C'est probablement la couche marneuse supérieure qui est visible ici.

Faune du Séquanien inférieur.

GISEMENTS : Clusette, Rosières, tunnel des Places bourgeoises.

¹ Voir H. Schardt. Mélanges géologiques, fasc. II. pl. III. *Bull. neuch.*, XXIX, 1900-1901.

Mollusques gastéropodes.

- Nerinea Gosæ*, Rœm. r.
Pleurotomaria tuberculosa, Rœm. r.
Natica hemisphærica, Rœm. c.
» *turbiniformis*, Rœm. c.
» *semiglobosa*, Et. c.

Mollusques pélécyposes.

- Pholadomya paucicosta*, Rœm. c.
» *depressa*, Ag. c.
Pleuromya tellina, Ag. r.
Trigonia suprajurensis, Ag. r.
» *clavellata*, Sow. r.
Lima Greppini, Et. c.
Pecten astartinus, Thurm. cc.
» *Tombecki*, de Lor. cc.
Lucina substriata, Th. r.
Cyprina tenuirostris, Et. r.
» *globula*, Contj. r.
Arca texta, d'Orb. r.
Ostrea cotyledon, Contj. c.

Brachiopodes.

- Terebratula Bauhini*, Et. cc.
» *Bourgueti*, Et. cc.
» *Gesneri*, Et. r.
» *subsella*, Sow. cc.
» *Zieteni*, de Lor. c.
Waldheimia humeralis, Rœm. cc.
Rhynchonella corallina, Leym. cc. (= *Rh. pinguis*, Rœm.)

Echinodermes.

- Cidaris florigemma*, Phil. cc.
Hemicidaris stramonium, Ag. r.
Acrocidaris nobilis, Ag. r.
Pseudodiadema hemisphaericum, Ag. r.
Apiocrinus Meriani, Des. r.

b. Séquanien supérieur.

Il apparaît sous l'aspect de bancs exclusivement calcaires, bien lités, compacts ou oolitiques, de couleur grise ou jaunâtre, souvent rosée, et fréquemment maculés à la base de grosses taches bleues. Cet étage s'observe presque partout au pied des escarpements qui circonscrivent de toutes parts la dépression des Gorges de l'Areuse.

Jaccard avait déjà signalé¹, sur la route des Ponts, au-dessous des rochers des Miroirs (non loin de Combe-Varin), « un calcaire blanc, crayeux, formant une assise puissante que les agents atmosphériques réduisent en menus morceaux; » puis, il ajoutait qu'après avoir été longtemps dans l'incertitude sur la véritable situation stratigraphique de cette couche, la découverte des *Cidaris philastarte*, *Ostrea gryphoides* (?) *Rhabdophylla flabellum*, lui avaient démontré qu'il fallait rattacher ce niveau au Séquanien supérieur. Cet étage mesure environ 80 m. d'épaisseur.

A part quelques débris, extraits précisément de la couche ci-dessus, le Séquanien supérieur est tellement pauvre en fossiles dans notre territoire, que nous n'en avons retiré qu'un seul individu, une Ammonite de grande taille, détachée par un coup de mine dans la carrière momentanément exploitée à quelques pas en amont de l'usine des Molliats. Cet exemplaire un peu fruste nous paraît avoir les caractères du *Perisphinctes Achilles*, d'Orb.

Les calcaires oolitiques partiellement spathiques, tachés de bleu, interrompus par quelques feuillet

¹ Mat. carte géol., Liv. VI, p. 196.

marneux, visibles dans la carrière en aval de l'usine hydro-électrique de Combe-Garot, renferment quelques restes de Térébratules (probablement *T. subsella*. Sow.) et des *Ostrea*.

KIMERIDGIEN ¹

Le passage du Séquanien au Kimeridgien n'est nulle part bien net. La ressemblance des faciès et la pénurie des fossiles rendent toujours douteuse la fixation de la limite des étages. Les gros bancs, mesurant de 2 à 10 m. d'épaisseur, qu'on observe dans les escarpements, sont indubitablement kimeridgiens : le Séquanien ne forme jamais dans notre région d'assises aussi massives.

L'étage est essentiellement calcaire : les lits marneux sont rares et de plus réduits à quelques centimètres d'épaisseur : ils sont aussi dépourvus de fossiles et même plus stériles que les bancs rocheux.

Les calcaires kimeridgiens sont généralement gris clair, mais leur teinte varie du blanc au jaune : ils sont compacts, quelquefois oolitiques. Dans le massif s'intercalent, sans grande fixité, des zones à bancs plus minces et à délitement cubique.

La plus grande masse des assises kimeridgiennes se fait remarquer par l'épaisseur des bancs de calcaire compact homogène ou finement oolitique, entrecoupés d'une fissuration transversale, très régulière, qui fait croire parfois à une disposition verticale des couches, tant les joints normaux des assises ressortent peu.

¹ *Ptérocérien* de Thurmann. Nous adoptons, d'après la proposition de M. de Lapparent, l'orthographe Kimeridgien, au lieu de Kimeridgien.

La surface de ces calcaires est ordinairement d'un blanc mat, qui contraste avec la couleur plutôt grise des couches séquanienues.

Les fossiles sont rares et très irrégulièrement répartis ; sur de grandes surfaces on n'en observe aucun, tandis que çà et là on rencontre, dans le calcaire compact, de véritables nids de Brachiopodes et de Pélécypodes.

Ce que nous disons de la rareté des fossiles comporte cependant une réserve : nous voulons parler du fameux banc à Nérinées, remarquable par cette abondance prodigieuse d'individus qu'on a signalée dans la plus grande partie de la première chaîne du Jura. Le niveau à Nérinées, qui se maintient à une vingtaine de mètres du sommet de l'étage, pour autant qu'on peut déterminer la situation de cette limite, est surtout visible sur la route forestière de la Montagne de Boudry, vers 900 m. d'altitude, et à la Chaille, (plateau du Creux-du-Van).

Le Kimeridgien occupe une notable portion de la surface de notre carte ; il couronne, en effet, toutes les hauteurs : la Montagne de Boudry, le Creux-du-Van, le Solmont et la Tourne. Ses bancs d'un parallélisme rigide forment, avec le Séquanien pour soubassement, tous les grands escarpements, entre autres les parois si majestueuses du Creux-du-Van et les gradins non moins pittoresques de la Clusette. L'épaisseur du Kimeridgien est d'environ 180 m.

Faune du Kimeridgien.

Pas de gisements fossilifères proprement dits ; les espèces suivantes ont été récoltées çà et là.

Mollusques gastéropodes.

- Natica Elea*, d'Orb. r.
Nerinea turritella, Voltz. r.
Trochalia depressa, Voltz. c.

Mollusques pélécy-podes.

- Ceromya excentrica*, Voltz. c.
Corbis sp. r.
Diceras sp. (Moule interne indéterminable.)
Pecten Buchi, Roem. r.
Mytilus jurensis, Mar. c.
Trichites Saussurei, Thurm. cc.
Alectryonia solitaria, Sow. c.c.

Brachiopodes.

- Terebratula subsella*, Sow. cc.

PORTLANDIEN

Ce que nous disions plus haut de l'incertitude qui règne sur la position à assigner à la limite séparant le Séquanien du Kimeridgien, s'applique tout aussi bien à celle qu'on voudrait établir entre le Kimeridgien et le Portlandien. C'est là d'ailleurs un fait d'observation générale dans le Jura. Les étages supérieurs du Malm, à l'exception du Purbeckien, se sont déposés dans des conditions d'uniformité telles que la distinction des niveaux n'a pu être établie que par la comparaison des faunes avec celles des stations classiques d'Angleterre.

Nous distinguons dans notre région les deux horizons suivants :

1^o A la base, des *calcaires blanchâtres, souvent craquelés, finement stratifiés*, qui se délitent en plaquettes de 1 à 10 cm. d'épaisseur, et dans lesquels s'intercalent quelques feuillets marneux. On peut considérer ces couches tendres, d'aspect dolomitique, comme formant la limite inférieure du Portlandien. Le banc à Nérinées du Kimeridgien se montre toujours à quelques mètres au-dessous. Au-dessus viennent des bancs plus épais de calcaire très clair, bien lités, à taches jaunes ou rosées. Ces caractères sont assez constants. L'épaisseur de ces assises peut atteindre de 60 à 70 m.

2^o La *Dolomite saccharoïde*, calcaire magnésien à grain et à cassure des plus caractéristiques, et d'une uniformité d'aspect remarquable, sur une grande portion du Jura.

La Dolomite saccharoïde, dont l'épaisseur atteint 30 m., se raccorde le plus souvent aux couches sous-jacentes par quelques lits de calcaires plaquetés, avec zones marneuses de faible épaisseur. Il existe au beau milieu de ce niveau un banc de 1 à 2 m. d'épaisseur de calcaire compact, très blanc, plus dur que la Dolomite saccharoïde, très ressemblant au Marbre bâtard du Valangien inférieur. Quelquefois aussi le Calcaire saccharoïde prend un grain grossier et une couleur jaune, ce qui le fait ressembler à s'y méprendre aux calcaires spathiques du Valangien supérieur ou de certains bancs jaunes du Valangien inférieur. Il est bon de signaler ces variations, parce que dans les localités où la succession complète des assises n'est pas visible, il peut en résulter des confusions.

Il y a également, à la base des calcaires plaquetés, séparant les calcaires saccharoïdes du calcaire à taches

jaunes, un lit peu épais de brèche calcaire à débris anguleux gris ou noirs, que l'on confondrait facilement avec certaines brèches du Purbeckien.

On voit sur la carte que le Portlandien s'étale sur de vastes surfaces. Il forme une voûte surbaissée au S. de Rochefort. Ailleurs, c'est-à-dire sur les anticlinaux élevés, il a disparu par érosion, et n'apparaît plus qu'à l'état de flanquement sur les bas côtés des voussures. Les localités les plus favorables à l'étude de ce groupe sont Roc-Coupé, au pied de l'Arêteau, où les dalles dolomitiques verticales, et même légèrement renversées, donnent au paysage un caractère d'étrangeté qui de tout temps a fixé l'attention des géologues. D'autres coupes intéressantes s'observent sur la grand'route, entre La Luche et Rochefort ; sur la voie ferrée, aux Puries et en amont de la Combeaux-Epines ; sur le chemin de Trémont au Plan des Cerisiers ; enfin sur les Roches blanches au-dessus de Noiraigue.

L'étage Portlandien est le seul de tout notre territoire qui ne nous ait fourni aucun fossile déterminable ! Le niveau à *Nerinea trinodosa*, Voltz, si riche dans la chaîne de Pouillerel, n'a jamais été constaté ici.

PURBECKIEN

(Dubisien, Desor.)

Jaccard¹ considérait les Dolomites portlandiennes comme constituant le Purbeckien inférieur. Maillard² a démontré la nécessité de les rattacher au Portlandien et de reporter plus haut la limite inférieure du

¹ *Mat. carte géol.* VI, 1869, p. 178.

² Invertébrés du Purbeckien du Jura (*Mém. Soc. pal.* 1884, p. 138).

Purbeckien, qui n'est d'ailleurs qu'un faciès saumâtre et d'eau douce du Portlandien.

Ce qu'on peut voir dans les Gorges de l'Areuse, pourtant favorisées sous le rapport du nombre des affleurements purbeckiens, n'ajoute rien aux faits relatés dans le mémoire de Maillard ainsi que dans celui de MM. de Loriol et Jaccard¹. Ces deux publications résument toutes nos connaissances sur cet étage et nous dispensent d'entrer ici dans plus de détails.

Deux des stations de notre territoire étaient connues de Maillard, celle de la tranchée du chemin de fer du Jura-Neuchâtelois, à la Sauge, et celle de la route de Rosières aux Ponts, au-dessous de Combe-Varin. Au sujet de cette dernière, Maillard s'exprime ainsi : « Ce gisement est assez intéressant et point stérile. Les marnes nymphéennes de 5 m. de puissance supportent des brèches calcaires à Corbules, surmontées elles-mêmes de marnes grumeleuses. Cette coupe ne présente point de marnes à gypse. »

Les stations de notre territoire que nous avons reconnues et étudiées sont les suivantes :

1^o La Sauge (Chambrelieu), dans la tranchée du chemin de fer ;

2^o Tête W. du tunnel de la Luche : l'affleurement est aujourd'hui caché par le revêtement du tunnel, mais nous avons revu le Purbeckien bien caractérisé, et répandant au choc une odeur bitumineuse, dans une fosse creusée pour la pose d'un poteau télégraphique, au bord de la route, à quelques mètres de la tête du tunnel ;

¹ *Etude stratigraphique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura*, 1865.

3^o Sur le sentier des Gorges de l'Areuse, à 80 m. en aval du Pont-de-Vert, sur la rive gauche de l'Areuse ;

4^o Sur la rive droite de l'Areuse, vis-à-vis de la localité précédente ;

5^o En deux points différents, immédiatement en amont du Pont-de-Vert sur la rive gauche ;

6^o Sur le chemin de la Vieille Montagne (versant S de la Montagne de Boudry) ;

7^o Sur le trajet de la conduite métallique amenant l'eau de la source de la Verrière à l'usine de Combe-Garot, rive gauche ; dans cette région une galerie a traversé toute l'épaisseur du Purbeckien ; les matériaux extraits sont encore en partie visibles ;

8^o Sur la route de Rosières aux Ponts, au-dessous de Combe-Varin (gisement décrit par Maillard) ;

9^o Au S. de la ferme de Jogne, où des fouilles pratiquées pour le captage d'une petite source ont ramené à la surface des marnes purbeckiennes.

Dans les stations 1 et 7 surtout, on observe ce faciès singulier que Jaccard décrit comme suit¹ : « A Chambrelieu prédomine un faciès particulier, une sorte de marne noire bitumineuse, très dure, chargée de gypse impur et d'autres matières minérales telles que les sulfates de baryum et de strontium. »

A propos du Purbeckien de la Luche, Desor et Gressly² s'expriment ainsi : « Les marnes dubisiennes se font ici remarquer par leur couleur sombre, d'un bleu très foncé, tirant sur le noir, ce qui est dû à la présence de substances charbonneuses et mangané-

¹ *Mat. carte géol.* VI, 1869, p. 178.

² *Etudes géol. sur le Jura neuchâtelois*, 1859, p. 115.

siques ; on y remarque de plus des traces de dolomies gypseuses et siliceuses. On ne peut qu'être frappé de l'extrême bigarrure de ces bancs et de leur structure bréchiforme. »

Faune du Purbeckien.

GISEMENTS : (Voir la liste ci-dessus¹).

Planorbis Loryi, Coquand. — 1,8.

Physa Bristovi, Forbes. — 8.

» *wealdiensis*, Coquand. — 1.

Diplommoptychia conulus, Maillard. — 8.

Neritina wealdiensis, Rœm. — 8.

Corbula Forbesi, de Lor. — 3,8.

Miodon rugosum, Sow. — 6.

Anisocardia sp. — 8.

Epaisseur des étages du Malm.

De ce qui précède on peut conclure que les Gorges de l'Arcuse sont une région des plus favorables à l'étude du Malm jurassien. Tous les étages de cette formation présentent sur le territoire pourtant restreint de notre carte des affleurements remarquablement développés et accessibles.

Les évaluations que nous avons pu faire nous permettent de fixer à 620 m., environ, l'épaisseur moyenne du Malm dans cette région du Jura. Cette épaisseur peut varier, sans doute, et dans des limites peut-être plus étendues qu'on ne l'admet communé-

¹ Ces espèces ont été recueillies par Maillard ; nous n'avons encore trouvé nous-mêmes que *Corbula Forbesi* et *Miodon rugosum*. Les chiffres placés après les noms se rapportent à la numération des gisements.

ment, par suite surtout des effets de lamination ou de tuméfaction que les plissements, lorsqu'ils atteignent une certaine intensité, impriment aux strates, et dont les couches marneuses ou marnocalcaires sont surtout affectées.

Les 620 m. d'épaisseur que nous admettons se décomposent comme suit :

Purbeckien		25 mètres
Portlandien	{ supérieur	30 »
	{ inférieur	65 »
Kimeridgien		180 »
Séquanien	{ supérieur	90 »
	{ inférieur	30 »
Argovien	{ supérieur	170 »
	{ inférieur	30 »
Total		620 mètres.

Comparons cette épaisseur aux chiffres obtenus sur d'autres points du Jura.

Voici quelques évaluations :

Auteurs	Localités	Epaiss. du Malm.
Schardt	Reculet	950 mètres.
Schardt et Dubois	Gorges de l'Areuse	620 »
Rollier	Rondchâtel	550 »
»	Montoz	500 »
Schmidt	Blauen	500 »
Rollier	Selzach	400 »
Mühlberg	Oberbuchsiten	350 »
»	Kellenköppli	275 ¹ »

¹ Ces chiffres, d'après M. Rollier : *Mat. carte géol.* VIII, 2^{me} supp., 1898, p. 185.

On voit que le chiffre que nous avons obtenu s'harmonise bien avec ces données qui montrent une réduction constante et assez régulière du Malm du Jura, à mesure qu'on s'avance du S. vers le N.E.

Terrains crétaciques.

Les Gorges de l'Arcuse n'offrent des terrains crétaciques que la division inférieure, le Néocomien en succession complète, et des vestiges peu apparents du Crétacique moyen, soit de l'étage Albien seulement.

A. CRÉTACIQUE INFÉRIEUR OU NÉOCOMIEN

VALANGIEN

L'Étage valangien se divise, comme dans tout le Jura suisse, en deux sous-étages qui diffèrent essentiellement par leurs faciès. Ce sont le *Valangien inférieur* ou *Marbre bâtard* et le *Valangien supérieur* ou *Calcaire roux*. Malgré la fréquence des affleurements de ces deux formations, les coupes suivies et complètes sont rares.

Valangien inférieur.

C'est ordinairement un massif de calcaires gris clair, jaunâtres ou presque blancs, atteignant une épaisseur de 50 à 60 m. Dans le haut, la teinte jaune prédomine, de même que vers le bas ; au milieu, par contre, ce sont des couches grises ou absolument blanches, homogènes. Cette dernière variété se voit surtout bien dans une carrière ouverte sur le chemin des Métairies de Boudry à Combe-Garot. Le Valangien

inférieur est reconnaissable à sa stratification toujours très nette, en lits de 0^m,30 à 1 m. d'épaisseur au maximum. Par la netteté des délits, il se distingue fort bien de l'Urgonien supérieur, malgré la grande ressemblance pétrographique. Les intercalations marneuses de quelque épaisseur font défaut dans notre région, et de ce chef aussi les couches fossilifères. C'est ainsi que nous n'avons pas rencontré, au milieu de l'étage, de niveau tel que la marne de Vigneule, si riche en fossiles. Par-ci par-là seulement, les bancs calcaires sont interrompus par de minces zones marno-calcaires, grumeleuses. Sur le sentier du Champ-du-Moulin à Chambrelieu, il existe cependant à la base du Marbre bâtard qui mesure 50 m. environ, une couche de marne calcaire blanche de 2 m. d'épaisseur, séparée du Portlandien par 10 m. de calcaire jaunâtre; elle est sans fossiles.

Les meilleurs coupes et affleurements du Valangien inférieur sont visibles aux points suivants :

1^o Entre les Clées et le Pont-de-Vert. Ce trajet offre surtout un excellent coup d'œil sur la configuration topographique des canyons creusés dans le Valangien inférieur. Au-dessus du Pont-de-Vert, on voit une coupe assez complète le long du sentier de la conduite d'eau de Neuchâtel.

2^o Aux environs de la gare de Chambrelieu, notamment dans les grandes carrières en amont de la gare et dans les tranchées du chemin de fer, au-dessous de la Sauge et à la Luche.

3^o Dans la tranchée du chemin de fer de Pontarlier, au-dessous de la Combe-de-Vert. Quelques fossiles sur les délits marneux et dans les calcaires grumeleux.

Le Marbre bâtard est visible sur environ 17 m. d'épaisseur, avec cinq faibles intercalations marneuses¹.

4^e Dans la carrière ouverte sur la route des Ponts au S. de Combe-Varin. Ici les bancs de Marbre bâtard sont interrompus par une mince couche de calcaire grumeleux, riche en Gastéropodes, accompagnés de quelques bivalves, notamment d'innombrables moules de *Chama gracilicornis*. Plus bas M. Baumberger a constaté encore une zone avec fossiles (*Nérinées* et *Ter. valdensis*) ; puis, juste au-dessus du Purbeckien, une autre couche avec *Phyllobrissus Daboisi* et *Toraster granosus*.

Faune du Valangien inférieur².

GISEMENTS: Environs de la gare de Chambrelieu
= Chb. — Tranchée du chemin de fer sous Vert
= Vt. — Carrière près de Combe-Varin = Va.

Mollusques gastéropodes.

Nerinea Favrina, — P. et G. — Vt, Va.

» *Etallonii*, P. et G. — Vt, Va.

» *lobata*, P. et G. — Va.

» *Blancheti*, P. et G. — Va.

» *funifera*, P. et G. — Va.

Pterocera Jaccardi, P. et G. — Chb, Va.

» *Desori*, P. et G. — Chb.

Natica Pidanceti, P. et G. — Vt.

» *valdensis*, P. et G. — Va.

¹ Voir plus loin, (p. 256) Valangien supérieur, les détails de cette coupe.

² Cette liste comprend les espèces trouvées par M. Baumberger, ainsi que nos propres trouvailles,

- Natica Sautieri*, Coq. — Va.
» *prælonga*, d'Orb. — Va.
Turritella sp. — Va.
Cerithium sp. — Va.

Mollusques pélécyposes.

- Pholadomya elongata*, Münt. — Vt.
Lithodomus sp. — Va.
Astarte sp. — Va.
Cardium Gilleroni, P. et G. — Va.
» *peregrinum*, Leym. — Va.
» *spec.* — Va, Chb.
Corbis sp. nov. — Va.
Lucina cf. vermicularis, P. et G. — Va.
» sp.
Cyprina sp. — Vt.
Chama gracilicornis, P. et G. — Va.
» sp. — Va. Ch.
Monopleura sp. — Va.

Brachiopodes.

- Terebratula valdensis*, de Lor. — Chb, Vt.
Waldheimia pseudojurensis, de Lor. — Va.

Echinides.

- Phyllobrissus Duboisi*, Des. — Va.
» *Renaudi*, Ag. — Va.
Toxaster granosus, Des. — Va.

Polypiers.

- Pleurosmilia* aff. *Barothei*, From. — Va.

A part la *Chama gracilicornis* de Combe-Varin, les fossiles sont partout assez rares dans le Valangien inférieur.

Valangien supérieur.

Ce sous-étage n'atteint dans notre région qu'une épaisseur de 12-15 m. et ne joue de ce chef qu'un rôle orographique fort effacé. Il disparaît le plus souvent sous les éboulis qui recouvrent la base du talus hauterivien. Il se compose de deux niveaux bien distincts :

a. Une zone *marne-calcaire inférieure*, occupant le niveau de la *Marne d'Arzier*, mais ne contenant nullement la faune remarquable de celle-ci : 2-4 m.

b. Le *Calcaire roux plus ou moins limoniteux* : environ 10-12 m.

Une coupe presque complète du Valangien supérieur est visible dans la tranchée du chemin de fer, au-dessous de la Combe-de-Vert à l'E. des Buges. Comme c'est elle qui nous renseigne le mieux sur la composition du Valangien supérieur de la région, nous relevons ici la série complète des couches qu'elle comprend et que l'on peut suivre de l'E. à l'W. avec un plongement de 15-18°.

	Mètres
Calcaire roux limoniteux { 12. Calcaire roux limoniteux en bancs peu épais, séparés par des délits marneux, visible sur.	2,00
11. Marne jaune avec Bryozoaires	0,20
10. Calcaire oolitique blanchâtre	1,00
9. Calcaire oolitique jaune clair, souvent spathique en bancs fissurés	2,40
8. Délit marneux jaune	0,02
7. Calcaire jaunâtre oolitique et spathique.	0,15

	Mètres
Niveau d'Arzier (3 ^m ,90)	6. Marne oolitique, grenue, jaunâtre. 0,45
	5. Deux bancs de calcaire jaune roux ooliti- que 0,60
	4. Marne jaune avec nodules calcaires. <i>Té- rébratules</i> 0,50
	Calcaire jaune 0,35
	3. Marno-calcaire grenu, oolitique, jaune, avec zones grises dans le milieu. Nom- breuses <i>Térébratules</i> 0,70
	2. Calcaire marneux assez dur, rempli de <i>Térébratules</i> 0,70
Valangien inférieur (Marbre bâlard)	1. Marne jaune tendre 0,60
	Calcaire jaunâtre oolitique ou compact . . . 3,25
	Délit marneux 0,15
	Calcaire fissuré jaune et gris 0,70
	Calcaire compact gris jaune en deux bancs. . 2,10
	Marne noduleuse grise 0,20
	Calcaire gris compact 1,00
	Délit marneux gris 0,08
	Calcaire jaunâtre 1,10
	Délit marneux jaune 0,05
	Calcaire gris, compact, bien lité, se redres- sant subitement en se repliant plusieurs fois, fortement fissuré et parcouru de plans de glissement, visible sur. 7-8

a. *Marne d'Arzier*. — La zone marno-calcaire, jaune ou gris foncé, occupant le niveau de la Marne d'Arzier, se distingue par la profusion des *Térébratules* qui se rencontrent surtout dans les couches 2, 3 et 4. Les autres espèces sont rares.

Nous l'avons reconnue aux points suivants :

1^o Tranchée du chemin de fer sous Vert; coupe décrite ci-dessus, avec d'innombrables Térébratules: 3^m,90;

2^o Combe-aux-Epines; même composition, mais moins épaisse: 2^m-2^m,50;

3^o En amont du Champ-du-Moulin, sur la rive droite de l'Areuse, au-dessous du gisement d'Albien (voir fig. 8.); Gastéropodes en assez grande quantité.

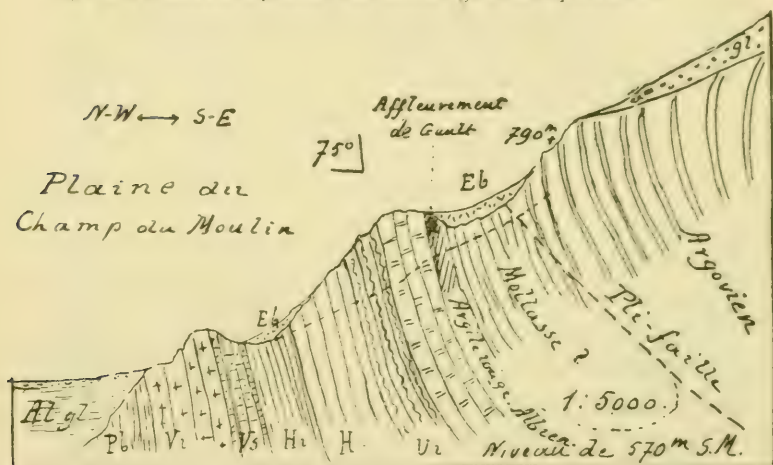


Fig. 8. — Coupe du Néocomien en amont du Champ-du-Moulin par la forêt de Bôle (rive droite de l'Areuse).

U. Urgonien. H. Hauterivien. V. Valangien. P6. Purbeckien.

Voici la liste des espèces que nous avons recueillies dans le niveau d'Arzier. (Nous devons l'indication de quelques-unes d'entre elles à M. Baumberger.)

Faune de la zone d'Arzier.

(Marnes inférieures du Valangien supérieur.)

GISEMENTS: Sous la Combe-de-Vert, tranchée du chemin de fer = V. — Combe-aux-Epines = E. — Champ-du-Moulin = Chm.

Vertébrés.

Pycnodus cylindricus, Pict. — V

Crustacés.

Gebia sp., une pince. — Chm.

Mollusques gastéropodes.

Nerinea Favrina, P. et G. — V, r.

» *Blancheti*, P. et G. — Chm, r.

Aporrhais valangiensis, P. et G. — Chm, r.

Columbellina brevis, P. et G. — Chm, r.

Pseudomelania Jaccardi, P. et G. — Chm, c.

» *Gresslyi*, P. et G. — Chm, c.

Tylostoma naticoide, P. et G. — Chm, cc.

» cf. *depressum*, P. et G. — Chm, r.

Natica Sautieri, Coq. — Chm, c.

Mollusques pélécyposes.

Pholadomya elongata, Münst. — V, r. Chm, c.

Cyprina Marcouï, de Lor. — Chm, r.

Astarte sp. — V, rr.

Trichites Picteti, Camp. — V, r.

Janira atava, d'Orb. — V, r.

» *valangiensis*, d'Orb. — Chm, r. V, r.

Ostrea Germaini, Coq. — V, r.

» *tuberculifera*, Koch et Dunk. — Chm, r.

Trigonia Sanctæ Crucis, P. et G. — V, rr.

Brachiopodes.

Terebratula valdensis, de Lor. — V, cc. Chm, cc. E, cc.

» *latifrons*, Pict. — V, r. Chm, c.

» *russillensis*, de Lor. — V, c. Chm, cc. E, c.

Waldheimia villersensis, de Lor. — V, rr.

» *Collinaria*, d'Orb. — V, r.

Rhynchonella valangiensis, de Lor. — V, rr.

Echinides.

Pygurus rostratus, Ag. — V. rr.

Toxaster granosus, d'Orb. — V. rr.

Spongiaires.

Discaelia porosa, From. — V. r.

Elasmostoma neocomiensis, d'Orb. — V. r.

b. Calcaire roux et Calcaire limoniteux. — Dans notre région, comme dans le reste du Jura neuchatelois et vandois, la limonite n'est pas cantonnée dans un niveau spécial du Valangien supérieur. On la rencontre dans tous les niveaux de ce sous-étage irrégulièrement disséminée dans le Calcaire roux. Tandis qu'au N. de Saint-Blaise, la limonite fait apparition déjà à la base du Valangien supérieur, au contact même du Marbre bâtard, le niveau marneux d'Arzier faisant défaut (sauf au Landeron), dans la région des Gorges de l'Areuse, elle n'apparaît que vers le milieu de ce sous-étage et se rencontre surtout dans la partie supérieure.

Une galerie pour la conduite d'eau motrice de l'usine des Clées, sur Boudry, a traversé tout le Valangien supérieur et la base du Hauterivien inférieur. La coupe n'est plus visible aujourd'hui. Dans les déblais répandus en amont du Pré-des-Clées, nous avons recueilli de nombreuses espèces fossiles, mélangées à celles du niveau inférieur de la Marne de Hauterive, dont elles sont cependant faciles à distinguer.

Un autre affleurement existe un peu en amont de l'Usine des Clées au bord du sentier des Gorges. On y voit nettement le Calcaire roux et le Calcaire limo-

nitueux surmontés des Marnes de Haute-rive. (Voir fig. 8, p. 258.)

La galerie de l'eau motrice de Combe-Garot a de même traversé le Calcaire limoniteux, en amont du Champ-du-Moulin, ce dont les déblais font preuve. Ce terrain affleure d'ailleurs ici sur une faible épaisseur.

A la Combe-aux-Epines, les Calcaires roux et limoniteux du Valangien supérieur sont aussi à découvert. Nous donnons ci-dessous la liste des fossiles trouvés dans ces divers gisements, soit par nous, soit par M. Baumberger :

Faune du Calcaire roux et du Calcaire limoniteux.

GISEMENTS : Les Clées = Cl. — Combe-aux-Epines = E. — Champ-du-Moulin = Chm.

Vertébrés.

Strophodus sp. dents. — E.

Mollusques céphalopodes.

Cosmoceras verrucosum, d'Orb. E, rr.

Mollusques gastéropodes.

Tylostoma Laharpei, P. et C. — E, rr.

» *naticoïde*, P. et C. — Cl, r.

Aporrhais Jaccardi, P. et C. — Cl, rr.

Natica praelonga, Dsh. — Cl, r.

» *valdensis*, P. et C. — Cl, c.

» *Etallonii*, P. et C. — Cl, c.

Pseudomelania Jaccardi, P. et C. — Cl, c.

Pleurotomaria aubersonensis, P. et C. — Cl, rr.

» *villersensis*, P. et C. — Cl, c.

Turbo villersensis, P. et C. — Cl, r.

Trochus Pertyi, P. et C. — Cl, rr.

Mollusques pélécyodes.

- Panopæa Dupini*, d'Orb. — Cl, r.
Pholadomya elongata, Münsi. — Cl, c. E, c.
Cardium Jaccardi, P. et G. — Cl, c.
» *petilum*, de Lor. — Cl, c.
Trigonia Sanctæ Crucis, P. et G. — Cl, c.
» *ornata*, Ag. — Cl, rr.
» *scapha*, Ag. — Cl, r.
» *caudata*, Ag. — Cl, r.
Isocardia valangiensis, P. et G. — Cl, r.
Sphæra corrugata, Sow. — Cl, r.
Cyprina aubersonensis, P. et G. — Cl, r.
Venus obesa, d'Orb. — Cl, r.
» *helvetica*, P. et G. — Cl, r.
Arca villersensis, P. et G. — Cl, r. E, rr.
Astarte valangiensis, P. et G. — Cl, rr.
» *transversa*, Leym. — Cl, rr.
» *helvetica*, d'Orb. — Cl, r.
» *elongata*, d'Orb. — Cl, r.
Lima dubisiensis, P. et G. — Cl, cc. E, c.
» *arzierensis*, d'Orb. — Cl, r.
» *longa*, Roem. — Cl, c.
» *villersensis*, P. et G. — Cl, rr.
» *Royeri*, d'Orb. — Cl, r.
Pecten arzierensis, de Lor. — Cl, c.
» *Cottaldi*, d'Orb. — Cl, r.
» *Archiaci*, d'Orb. — Cl, c.
» *Robinaldi*, d'Orb. — Cl, r.
Janira atava, Roem. — Cl, cc. E, r.
» *valangiensis*, P. et G. — Cl, c.
Mytilus salevensis, de Lor. — Cl, c.
» *Couloni*, Marcou. — Cl, c.
Lithodomus obesus, P. et G. — Cl, r.
Alectryonia tuberculifera, Coq. — Cl, r.
Monopleura valdensis, P. et G. — Cl, rr.

Brachiopodes.

- Terebratula valdensis*, de Lor. — Cl, cc. E, c.
» *Campichei*, P. et G. — Cl, rr.

- Terebratula Carteroni*, d'Orb. — Cl, cc. E, c.
» *prælonga*, Sow. — Cl, c.
» *latifrons*, Pict. — Cl, c.
» *Sueuri*, Pict. — Cl, c.
» *russillensis*, Desor. — Cl, cc.
» *Germani*, Pict. — Cl, c.
Waldheimia Collinaria, d'Orb. — Cl, cc. E, r.
» *Moreana*, d'Orb. — Cl, r.
» *pseudojurensis*, d'Orb. — Cl, r.
» *aubersonensis*, P. et C. — Cl, cc.
» *villersensis*, de Lor. — Cl, cc. E, c.
» *tamarindus*, d'Orb. — Cl, r.
Eudesia cruciana, P. et C. — Cl, cc.
Terebratella neocomiensis, d'Orb. — Cl, c.
Terebrirostra (Lyra) neocomiensis, d'Orb. — Cl, c.
Rhynchonella valangiensis, de Lor. — Cl, c.
» *Desori*, de Lor. — Cl, r.
» *lata*, d'Orb. — Cl, rr.

Echinides.

- Cidaris pretiosa*, Des. — Cl, rr.
Pygurus rostratus, Ag. — Cl, rr.
Phyllobrissus Gresslyi, Ag. — Cl, r.
Toxaster granosus, d'Orb. — Cl, cc.
Collyrites Jaccardi, Des. — Chm, c.
Psammechinus tenuis, Des. — Cl, rr.

Astérides.

- Antedon Campichei*, de Lor. — Cl, rr.

Polypiers.

- Pleurosmilia villersensis*, Koby. — Cl, cc.

Bryozoaires.

- Berenicea polystoma*, d'Orb. c.
Reptomultisparsa tenella, de Lor. c.

HAUTERIVIEN

Il ne présente aucune différence de faciès avec le Hauterivien de la zone marginale du Jura des environs de Neuchâtel. On y distingue, comme là, nettement deux divisions, l'une inférieure, argileuse : la Marne de Hauterive, l'autre calcaire : la Pierre jaune de Neuchâtel.

Hauterivien inférieur.

Les Marnes hauteriviennes ne sont à découvert que sur un petit nombre de points. Aux Clées, en aval du gisement du Valangien supérieur, près de l'usine hydro-électrique ; à la Combe-aux-Epines, sur la voie ferrée ; sur la rive droite de l'Areuse en amont de Combe-Garot et à l'extrémité N.W. de la colline de Cuchemanteau, où l'érosion de la rivière maintient l'affleurement constamment à découvert.

Les galeries et tranchées pour l'adduction d'eau potable et d'eau motrice ont, par contre, traversé ces couches à plusieurs reprises, notamment au-dessus des Clées, près des Lanvoennes, ainsi qu'en amont et en aval du Champ-du-Moulin, ce dont témoignent les déblais sortis par les fenêtres d'accès. Ces localités se prêtent à la récolte des fossiles.

A la base du Hauterivien marneux se trouve, comme à Neuchâtel et à Villers-le-Lac, la marne jaune dite à *Am. (Astieria) Astieri*, auct., niveau que les géologues français réunissent au Valangien. Nous continuons à le classer dans l'Etage hauterivien, dont il renferme les mollusques gastéropodes, pélecypodes et brachiopodes, bien que certains céphalopodes tendent à le rapprocher du Valangien supérieur.

a. *Marne à Astieria*. — Cette marne, qui n'a que quelques centimètres d'épaisseur, repose directement sur le Calcaire limoniteux. Son faciès marneux, homogène, jaune, autant que sa faune, tranchent nettement avec la limonite sous-jacente. On en peut voir un affleurement à la Combe-aux-Epines, où G. de Tribolet a recueilli l'*Olcostephanus* (*Astieria*) *multiplicatus*, Neum. et Uhl. La galerie d'adduction de l'eau motrice de l'usine des Clées, déjà mentionnée à propos du Valangien supérieur, a également traversé cette marne très obliquement. Ces matériaux gisent sur les déblais mélangés, à des débris de calcaire limoniteux. Les travaux de la route à l'entrée du village de Chambrelieu ont jadis mis à découvert cette même couche. Le musée de Neuchâtel possède plusieurs beaux échantillons de l'*Olcost. multiplicatus*, provenant de cette localité et recueillis par Gressly. Enfin, cette couche est encore traversée par un aqueduc, au-dessus du Champ-du-Moulin.

Le niveau à *Astieria* se distingue des marnes grises qui lui sont superposées par sa faune abondante où prédominent l'*Alectryonia rectangularis*, l'*Exogyra Couloni* de grande dimension, la *Terebratula sella*, avec de longs faisceaux de *Galeolaria neocomiensis*. L'*Olcost. multiplicatus* ne se trouve que dans ce niveau. C'est donc un contraste biologique non moins tranché que celui des faciès qui différencie cette marne du Valangien. Deux Ammonites exceptées, tous les fossiles se retrouvent dans les niveaux plus élevés des Marnes hauteriviennes.

L'un de nous¹ a montré que ce niveau stratigraphique passe plus au S. à une marne grise remplie

¹ H. Schardt. L'âge de la Marne à Bryozoaires. *Archives Genève*, XXXIV. 1895. — *Eclogæ*, t. IV, p. 379-383.

de Spongiaires et de Bryozoaires, nommée pour cela *Marne à Bryozoaires*, et qui (près de Sainte-Croix) contraste par sa faune de Mollusques et Brachiopodes, non moins nettement, avec une autre marne également riche en Bryozoaires qui lui est sous-jacente. Cette dernière est valangienne et contient les Brachiopodes du Valangien supérieur, dont aucun ne se retrouve dans la Marne à Bryozoaires. Plus au S., dans le Jura vaudois méridional, dans le département de l'Ain et au Salève, l'équivalent de la Marne à *Astieria* est un calcaire jaune échinodermique avec Bryozoaires, ayant donc le faciès du Valangien supérieur. Voici la faune que nous avons constatée dans ce niveau :

Faune de la Marne à *Astieria*.

GISEMENTS: Pré des Clées = Cl. — Combe-aux-Epines = E. — Champ-du-Moulin = Chm.

Mollusques céphalopodes.

Hoplites Leopoldi, d'Orb. — Cl, c.

Olcostephanus Carteroni, P. et C. — Cl, c.

» *latissimus*, Neum. et Uhl. — Cl, r.

» *multiplicatus*, Neum. et Uhl.¹ — E, r.

¹ M. Baumberger (*Ueber Facies und Transgressionen der untern Kreide*, etc., Basel, 1901) nomme cette espèce *Olc. Atherstoni*, Sharpe. D'autre part M. Karakasch (Note sur le Crétacique inférieur de Biassala en Crimée), décrit et figure sous ce même nom un *Olcostephanus* qui n'est certainement pas identique à notre espèce, soit à l'*Olc. multiplicatus*, Neum. et Uhlig. Pour éviter toute confusion et en attendant que la question soit traitée à fond, ce que M. Baumberger se propose de faire, nous conserverons le nom d'*Olc. multiplicatus*, Neum. et Uhlig (non Rømer), l'identité de notre espèce avec celle du Hils de l'Allemagne du Nord (Neumayr et Uhlig, pl. XXXIII, fig. 2) étant évidente. Il y aurait probablement lieu d'attribuer à cette dernière un nouveau nom, p. ex. *Ols. villersensis*, puisque c'est dans le gisement de Villers-le-Lac qu'elle se rencontre le plus fréquemment.

Belemnites pistilliformis, Blainv. — Cl, cc. E, r.

» *bipartitus*, Blainv. — Cl, r.

Duvalia dilatata, Blainv. — Cl, r.

Mollusques gastéropodes, d'Orb. Cl.

Pleurotomaria neocomiensis, d'Orb. — Cl, c.

» *Lardyi*, P. et G. — Cl, rr.

» *Paillettei*, d'Orb. — Cl, r.

» *Jaccardi*, d'Orb. — Cl, c.

Mollusques pélécy-podes.

Panopæa neocomiensis, d'Orb. — Cl, c.

» *lata*, Ag. — Cl, r.

Venus Dupini, d'Orb. — Cl, c.

Cardium subhillanum, Leym. — Cl, r.

Cyprina Deshayesi, de Lor. — Cl, r.

Fimbria (Sphæra) corrugata, Sow. — Cl, c.

Astarte Beaumonti, Leym. — Cl, c.

» *transversa*, Leym. — Cl, r.

» *helvetica*, P. et G. — Cl, r.

Trigonia scapha, Ag. — Cl, r.

» *caudata*, Ag. — Cl, c.

Arca Gabrielis, d'Orb. — Cl, r.

» *securis*, Leym. — Cl, r.

Exogyra Couloni, Defr. — Cl, cc.

Alectryonia rectangularis, Roem. — Cl, cc.

» *Minos*, Coq. — Cl, r.

» *tuberculifera*, K. et D. — Cl, cc.

Brachiopodes.

Terebratula acuta. — Cl, cc. E, cc.

» *sella*, Sow. — Cl, cc.

Vers.

Galeolaria neocomiensis, de Lor. — Cl, cc. E, cc.

Serpula heliciiformis, Roem. — Cl, cc.

» *antiquata*, Sow. — Cl, cc.

Echinides.

- Echinobrissus Olfersii*, Ag. — Cl, c.
Botriopygus obovatus, Ag. — Cl, r.
Holaster intermedius, Ag. — Cl, c.
» *cordatus*, Dub. — Cl, cc.
Collyrites ovulum, Des. — Cl, cc.
» *Jaccardi*, Des. — Cl, c.
Toxaster complanatus, Des. — Cl, c.
Peltastes stellulatus, Ag. — Cl, rr.

Spongiaires.

- Discælia Perroni*, From.
» *Cottaldi*, From. — Cl, c.
» *porosa*, From. — Cl, c.
Monotheles stellata, From. — Cl, c.
Amorphofungia cæspitosa, de Lor. — Cl, r.
Actinofungia porosa, From. — Cl, r.
Elasmostoma acutimargo, de Lor. — Cl, r.
Siphoneudea sp. — Cl, c.
Cupulochonia sp. — Cl, r.
Porospongia sp. — Cl, r.

Bryozoaires.

- Mesentheripora Hiselii*, de Lor. — E, r.
Ceriocava confusa, de Lor. — Cl, r.
Acanthopora pulchella, de Lor. — Cl, r.
Stomatopora incrassata, d'Orb. — Cl, r.
Reptomulticrescis neocomiensis, de Lor. — Cl, c.
Reptomulticava micropora, d'Orb. — Cl, c.

b. Marne grise, localement jaune clair. — C'est le faciès normal des Marnes hauteriviennes qui peuvent atteindre quinze à vingt mètres. À la Combe-aux-Epines, leur épaisseur paraît être d'à peine cinq à six mètres, ce qui est probablement attribuable à la

forte compression que les terrains ont subie à cet endroit, car à Cuchemanteau la partie supérieure des Marnes hauteriviennes possède, à elle seule, près de dix mètres d'épaisseur. Dans le bas, les marnes sont d'une texture très homogène; plus haut, tout en conservant leur teinte gris-cendré elles deviennent noduleuses et passent au calcaire concrétionné, comme dans la zone néocomienne formant la bordure de la Chaîne du Lac.

La faune est sensiblement la même que celle du gisement classique de Hauterive. La plupart des collections ne contenant que peu de fossiles de ce niveau, nous donnons ci-dessous la liste complète de nos trouvailles, augmentée de celle des espèces recueillies par M. Baumberger.

Faune de la Marne hauterivienne.

GISEMENTS : Pré des Clées = Cl. — Cuchemanteau = Cu. — Champ-du-Moulin = Chm. — Combe-aux-Epines = E.

Crustacés.

Un fragment. Cl.

Mollusques céphalopodes.

Hoplites radiatus, Brug. — Cl, c. Chm, c.

» *castellanensis*, d'Orb. — Cl, c.

» *Leopoldi*, d'Orb. — Chm, r.

Olcostephanus psylostomus, Neum. et Uhl. — Chm, r.

Duvalia dilatata, Blv. — Cl, r.

Nautilus pseudoelegans, d'Orb. — Cl, r.

» *neocomiensis*, d'Orb. — Cl, r.

Mollusques gastéropodes.

- Neritopsis Meriani*, de Lor. — Cl, rr.
Natica Hugardi, d'Orb. — Cl, r.
Pleurotomaria Bourgueti, Ag. — Cl, cc. Cu, c. Chm, c.
 » *Pailletei*, d'Orb. — Chm, c. Cu, r.

Mollusques pélécyodes.

- Panopæa neocomiensis*, d'Orb. — Cl, cc. Cu, c. Chm, c.
 » *Carteroni*, d'Orb. — Cl, c.
 » *lateralis*, Ag. — Cu.
Pholadomya elongata, Munst. — Cl, r.
 » *Gillieron*, P. et G. — Cu, r.
Venus sub Brongnarti, d'Orb. — Cl, c.
 » *Cornuelli*, d'Orb. — Cl, c.
 » *Robinaldi*, d'Orb. — Cl, cc.
 » *Dupini*, d'Orb. — Cl, cc. Chm, c.
 » *Escheri*, de Lor. — Cl, r.
 » *Vendoperi*, d'Orb. — Cu, r.
Psammobia tenuis, P. et G. — Cl, rr.
Cardium peregrinum, P. et G. — Cl, r.
 » *subhillanum*, Leym. — Chm, c.
 » *Cottaldi*, d'Orb. — Cu, r.
Anatina Agassizii, d'Orb. — Cu, rr.
Fimbria corrugata, Sow. — Cl, cc.
Cyprina Deshayesi, de Lor. — Cl, r. Cu, r.
Astarte gigantea, Desh. — Cl, c.
 » *Beaumonti*, Leym. — Cl, c.
Trigonia caudata, Ag. — Cu, r.
 » *scapha*, Ag. — Cu, r.
Arca Gabrielis, d'Orb. — Cl, r. Cu, c.
 » *Moreana*, d'Orb. — Cl, r.
 » *securis*, Leym. — Cl, cc. Cu, r.
Nucula simplex, Desh. — Cl, c.
Gervillia sp. — Cl, r.
Janira neocomiensis, d'Orb. — Cl, c.
Exogyra Couloni, Defr. — Cl, cc.
Alectryonia rectangularis, Rœm. — Chm, r.

Brachiopodes.

Rhynchonella multiformis, Rœm. — Partout cc.

» *acuta*, Quenst. — Partout cc.

Waldheimia faba, Sow. — Cl, c. Chm, c.

Echinides.

Pseudodiadema rotulare, Ag. — Cl, r.

» *Bourgueti*, Ag. — Chm, r.

Echinobrissus Olfersii, Ag. — Cl, r.

Holaster intermedius, Ag. — Cl, c. Chm, c.

» *cordatus*, Dub. — Cu, r.

Collyrites ovulum, Des. — Cl, c.

Holactypus macropygus, Des. — Cl, r.

Toxaster complanatus, Des. — Partout cc.

Peltastes stellulatus, Ag. Cu, r.

Vers.

Galeolaria neocomiensis, de Lor. — Chm, r.

Serpula heliciformis, Rœm. — Partout cc.

» *antiquata*, Sow. — Chm, c.

Spongiaires.

Elasmostoma sp.

Pierre jaune de Neuchâtel ou Hauterivien supérieur.

Ce sous-étage du Hauterivien atteint dans la région des Gorges de l'Areuse environ 50 m. d'épaisseur. Il se compose dans la partie supérieure de calcaires finement oolitiques, prenant plus bas une texture plutôt spathique ; puis vient dans le milieu une couche marneuse ou marno-calcaire, dans laquelle on trouve fréquemment des *Bryozoaires* sphériques, des *Spongiaires* et quelquefois des *Brachiopodes* (*Eudesia*

semistriata). Le massif calcaire inférieur à cette marne a presque toujours une texture spathique. Il est plus riche en glauconite et presque toujours sans fossiles complets. Il se compose presque exclusivement de débris de *Crinoides*, d'*Echinides*, d'*Ostracés* et de *Bryozoaires*.

La Pierre jaune de Neuchâtel offre une très belle coupe sur la nouvelle route conduisant de Pontareuse à l'usine des Clées. La petite galerie taillée dans le contrefort contourné par la rivière sur la rive droite, au Gor du Communal, entre en rocher juste sur la limite de l'Urgonien inférieur et du Hauterivien supérieur, dont on peut suivre toutes les assises banc par banc, jusque dans le voisinage de l'usine, où apparaît la Marne hauterivienne. Ici, toutes les couches sont sans fossiles.

Sur le flanc S.E. de la Montagne de Boudry, au-dessus de Perreux, il existe deux carrières, où l'on peut voir la couche marno-calcaire superposée aux bancs exploités du massif inférieur. La première, qui se trouve à la cote de 590 m., au-dessus de la Métairie Porret (Vy de Sassel), offre dans la zone marneuse une grande abondance de *Bryozoaires* et de *Spongiaires*, accompagnés d'*Alectryonia rectangularis*. La seconde, dite Carrière-de-Cerf, se trouve juste sur la limite de notre carte. Le marno-calcaire y est rempli d'*Eudesia semistriata* et d'innombrables dents de *Sphærodus neo-comiensis*.

Sur la rive gauche de l'Areuse, la Pierre jaune forme plusieurs beaux affleurements, tout d'abord dans deux carrières situées au-dessous de Chambrelieu, sur le flanc gauche du ravin du Merdasson.

L'une, au Creux-du-Cerf, s'ouvre dans des couches

plongeant de 10° au S.E. Elle ne montre que les bancs inférieurs formés d'un calcaire spathique glauconiteux jaune en dalles.

L'autre, située au-dessous de la Luche, au bord de la route de Rochefort, montre, superposés à 13 m. de calcaire spathique glauconiteux, une marne homogène jaune, épaisse de 60 cm., avec *Alectryonia rectangularis*, puis encore 5 m. de calcaire oolitique miliaire fin, le tout plongeant de 7-10° au S.E.

Non loin de cette carrière, M. Baumberger a trouvé plusieurs fossiles, dans un calcaire oolitique affleurant dans la tranchée du chemin de fer; entre autres *Botriopygus Campichei*.

La tranchée du chemin de fer de Pontarlier traverse, au-dessus des Buges et de la Prise-de-Pierre, toute la série du Hauterivien supérieur. On y peut particulièrement bien suivre le passage de l'Urgonien inférieur, avec sa faune caractéristique, aux couches ordinairement peu fossilifères du Hauterivien supérieur. La superposition est la même que dans la carrière de la Luche. Dans la partie supérieure, ce sont des calcaires oolitiques, parfois spathiques, avec peu ou point de glauconite; ils offrent très distinctement la *stratification oblique au délit des couches*, attestant l'entassement des débris échinodermiques et oolitiques sous l'action de courants marins. Au milieu se voit une couche de 1 m. de calcaire marneux, au-dessus de 0^m,50 de marne noduleuse avec *Bryozoaires* sphériques et *Spongiaires*, reposant sur du calcaire glauconiteux.

On retrouve la Pierre jaune dans un état fortement disloqué à la Combe-aux-Epines, toujours sur la ligne de Pontarlier, ainsi que sur le sentier de Chambrelieu qui longe la voie à une altitude un peu supérieure, (fig. 9, p. 278).

Le chemin de Combe-Garot à la Verrière, coupe à plusieurs reprises la Pierre jaune dans une situation encore plus disloquée qu'à la Combe-aux-Épines (voir Tectonique). Dans la colline de Cuchemanteau, cependant, la série des couches est complètement visible, avec un plongement régulier de 60-70° au S.E. Le massif glauconiteux inférieur est séparé des calcaires jaunes supérieurs par une faible zone marno-calcaire stérile, visible à l'entrée amont de la petite galerie que traverse le sentier tendant au Champ-du-Moulin. Sur ce même sentier, on longe constamment le Hauterivien supérieur jusqu'à la Rugesse, où l'on atteint le Valangien.

Sur la route des Ponts, au-dessus de Noiraigue, avant d'arriver au Haut de la Côte, on suit sur une certaine longueur les bancs de la pierre jaune. Nous devons à M. Baumberger l'indication de plusieurs fossiles qu'il a trouvés en ce point.

Enfin, ce même terrain avec son faciès habituel s'observe encore de l'autre côté de la vallée, dans la Combe des *Œuillons*.

Les fossiles du Hauterivien supérieur sont les mêmes que ceux de la marne grise et des calcaires marneux sous-jacents. Nous ne connaissons aucune espèce qui soit propre à l'un de ces niveaux à l'exclusion de l'autre. *L'Eudesia semistriata*, que nous ne connaissons pas du Hauterivien inférieur de notre région, s'y trouve par contre ailleurs.

Le faciès oolitique et échinodermique de la Pierre jaune trahit des dépôts formés sous l'action de forts courants marins : il est donc tout naturel qu'ils ne renferment que peu de fossiles entiers, sauf parfois dans les intercalations marno-calcaires.

Fossiles du Hauterivien supérieur.

GISEMENTS : Carrière sur Pontareuse = P. — Carrière de Cerf = Ce. — La Luche = L. — Buges = Bu. — Combe-aux-Épines = E. — Cuchemanteau = Cu. — Haut de la Côte = Co.

Vertébrés.

Sphærodus neocomiensis, Ag. — Ce.

Mollusques céphalopodes.

Hoplites Leopoldi, d'Orb. — Co.

Mollusques pélécy-podes.

Alectryonia rectangularis, Rœm. — P, cc. L, c. Bu, r.

» *tuberculifera*, K. et D. — P, r.

Exogyra Couloni, Deifr. — E, r.

Lima Tombecki, d'Orb. — Co, r.

Venus Dupini, d'Orb. — Bu, r.

Brachiopodes.

Rhynchonella multiformis, Rœm. — Ce, c. Cu, cc. Co, c.
Bu, c.

» *Gillieron*, de Lor. — Bu, r.

Eudesia semistriata, Deifr. — Ce, cc.

» *Marcoui*, d'Orb. — Bu, r.

Bryozoaires.

Reptomulticava micropora, Rœm. — P, cc. L, c.

Reptomulticrescis neocomiensis, de Lor. — P, c.

Echinides.

Cidaris muricata, Rœm. — L, r.

Botriopygus Campichei, d'Orb. — L, rr.

Toxaster complanatus, Ag. — Cu, r.

Pygurus Montmollini, Ag. — Cu, r.

Spongiaires.

Elasmostoma neoconiensis, de Lor. — P. c.

Discœlia Gillieronii, de Lor. — L. c.

» *Perroni*, From. — Bu. r.

Elasmoïerea tortuosa, de Lor. — Bu. r.

ÉTAGE URGONIEN

(Barrémien.)

La division de cet étage en deux sous-étages, l'*Urgonien inférieur* ou Couches de la Russille (zone à *Goniopygus peltatus* et l'*Urgonien supérieur* ou Calcaire à *Requienia*, est plutôt une distinction de faciès.

La superposition très nette que l'on peut constater dans les localités classiques de la Russille et du Mormont, tend à s'effacer de plus en plus vers le N., où l'on constate très positivement des alternances du faciès à *Echinides* et *Brachiopodes* (faciès russillien) et du faciès coralligène à *Requienia* (Urgonien). Cela tendrait à démontrer que nous avons là deux faciès partiellement contemporains. Il en découle que l'un peut empiéter sur l'autre de manière même à se substituer à lui complètement. Dans une certaine mesure cela semble être le cas sur notre territoire, où l'Urgonien supérieur offre une épaisseur très variable. Toutefois, vers le haut, il y a toujours superposition du calcaire à *Requienia* au faciès russillien.

Les alternances que l'on observe à Bevaix, Saint-Aubin, Auvernier et Serrières, n'ont pas été constatées dans la région des Gorges.

Urgonien inférieur ou Couches de la Russille.

Ce faciès du Barrémien qui se continue avec une constance remarquable à travers la plus grande partie

du Jura, se retrouve dans notre région, avec une assez forte épaisseur. Il est surtout bien développé sur le flanc de la Chaîne du Lac, où dans le Gor-du-Communal, entre Pontareuse et les Clées, on mesure 19 m. de Couches de la Russille, soit de bancs calcaires jaunes, rocailleux, mal stratifiés, avec quelques intercalations de marne calcaire noduleuse, contenant la faune habituelle de ce faciès. Les fondations de l'usine hydraulique des Métairies ont rencontré l'Urgonien inférieur. C'est sur la vive gauche, au-dessus de Trois-Rods et dans le ravin du Merdasson que l'on trouve les plus beaux affleurements. Le gisement très connu des carrières de la gare de Bôle est en dehors du cadre de notre carte. La tranchée du chemin de fer de Pontarlier coupe, avant d'arriver aux Buges, toute la série de l'Urgonien inférieur, jusqu'au Hauterivien supérieur. Le contact avec les bancs de Pierre jaune, que la stratification oblique des éléments détritiques zoogènes permet de reconnaître facilement, est en outre marqué par une zone marno-calcaire contenant *Eudesia ebrodunensis*. En cela ce gisement se rapproche beaucoup de ceux de la Russille et du Mormont.

Voici la série des couches que l'on constate aux Buges : le contact avec l'Urgonien supérieur est invisible ; il est caché par de la moraine.

	Mètres
Urgonien inférieur { 10. Calcaire rocailleux, fissuré, jaune, visible	
sur	1,00
9. Délit marneux jaune avec fossiles. . . .	0,05
7-8. Calcaire noduleux, jaune clair, avec veines marneuses, rempli de fossiles. Un délit marneux plus prononcé divise ce banc en deux couches de 1 m. chacune. . .	2,00

	Mètres
Urgonien inférieur	6. Calcaire jaune, compact, peu spathique. 2,00
	5. Délit marno-calcaire avec fossiles 0,05
	4. Calcaire jaune, rosé, compact 2,00
	3. Couche marno-calcaire, jaune, avec fossiles (grand <i>Nautilus</i> cf. <i>pseudo elegans</i>) 0,60
	2. Calcaire craquelé jaune 1,50
	1. Calcaire marneux, noduleux, jaune, <i>Eudesia semistriata</i> 0,50
Hauterivien sup.	3. Calcaire, jaune clair, oolitique, un peu spathique, avec stratification oblique aux délités des bancs 3,40
	2. Délit marneux sans fossiles 0,05
	1. Calcaire oolitique jaune, visible sur 2,00

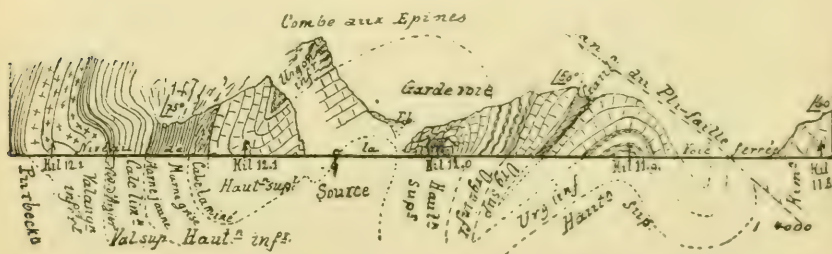


Fig. 9. — Profil détaillé des replis du Néocomien le long de la voie ferrée Neuchâtel-Pontarlier, à la Combe-aux-Épines.

Ce n'est donc que la moitié inférieure des Couches de la Russille que l'on observe dans ce gisement qui est d'une richesse remarquable en fossiles. La faune est absolument celle de la Russille et du Mormont. On y constate cependant une espèce nouvelle de *Waldheimia* que nous connaissons aussi du Merdasson, de Serrières et d'Auvernier. Elle appartient au groupe de la *W. Moreana*.

L'Urgonien inférieur du synclinal de Rochefort-Val-de-Travers qui suit dans un état d'écrasement complet la Combe-aux-Épines, puis le flanc S.E. des Gorges de l'Areuse, présente une réduction notable d'épaisseur. On ne mesure plus que 8 à 10 m. entre le Hauterivien supérieur et l'Urgonien coralligène pur, et, dans les bancs du sommet, on constate même une fusion du faciès à Brachiopodes avec le faciès coralligène. Ce fait est nettement visible au-dessus de Rochefort dans la Combe-Léonard, où l'on rencontre les fossiles russilliens, au milieu d'un calcaire jaune, rocailleux, avec de nombreux *Coraux* réunis par un ciment marneux jaune.

A la Combe-aux-Épines, où le synclinal s'abaisse jusqu'à l'Areuse qu'il traverse un peu en amont de Combe-Garot, l'Urgonien inférieur apparaît à trois reprises dans les replis du fond du synclinal, comme le montre la coupe naturelle. (fig. 9.) Il est formé de calcaires spathiques ou oolitiques, jaunes, avec quelques intercalations marno-calcaires de même couleur, caractérisées par *Rhynchonella lata* et des piquants de *Cidaris*. Au N.E. de la maison du garde-voie, sur la ligne du chemin de fer près du gisement de Gault, l'Urgonien inférieur arrive presque en contact avec ce dernier terrain, qui n'a qu'une très faible épaisseur. Il y a là une marne jaune d'ocre, avec d'innombrables rognons informes, qui sont peut-être des Spongiaires ou des colonies de Bryozoaires, mais leur détermination est impossible. Un peu au-dessus de la voie ferrée, cette marne entre à son tour en contact avec le terrain albien, ce qui est manifestement dû pour une part à l'écrasement des couches et peut-être aux érosions préalbiennes.

De l'autre côté de la rivière, en amont de Combe-Garot, on constate plusieurs replis d'Urgonien et de Hauterivien suivis d'un rocher d'Urgonien supérieur dessinant une voûte très nette qui renferme un noyau de marno-calcaire jaune avec *Rhynchonella lata* (voir fig. 13). L'Urgonien inférieur est formé ici d'une couche de 7-8 m. de calcaire jaune, séparé de la Pierre jaune et de l'Urgonien supérieur par une couche marneuse à *Rhynchonella lata*. On retrouve les couches à *Rh. lata* sur le sentier conduisant à la Verrière, de même que sur l'ancien sentier conduisant du pont de la Verrière aux Lanvœmmes, où, il y a nombre d'années, nous avons recueilli les fossiles caractéristiques de ce terrain. La colline de Cuchemanteau ne laisse guère affleurer l'Urgonien inférieur qui se trouve dans la partie boisée.

Le gisement le plus remarquable, par contre, se trouve près du pont de Cuchemanteau, dans une carrière ouverte durant la construction de l'aqueduc de l'usine de Combe-Garot. On y voit à découvert toute la série des bancs compris entre la Pierre jaune de Neuchâtel et l'Urgonien supérieur. M. Baumberger¹ a donné la liste de quelques-uns des fossiles qu'on y trouve, en insistant sur le caractère coralligène du sommet de l'Urgonien inférieur. Les couches les plus profondes de ce sous-étage ont absolument le faciès de la Russille; plus haut on voit s'intercaler entre les marnes à *Brachiopodes* et *Echinides* des lits peu épais de calcaire noduleux, dont les éléments ont l'aspect de rognons que M. Baumberger désigne sous le nom de *Thamnarea cancellata*, Koby. Bien que nous ayons

¹ *Eclogæ*, t. V, 1898, p. 525.

étudié ce gisement à plusieurs reprises et relevé deux fois la série des couches, nous n'avons pu trouver qu'un seul échantillon *certain* de cette espèce. Les innombrables rognons informes qui composent les couches coralligènes de ce gisement ont cependant bien la forme des *Thamnarea*, qui d'ailleurs ne diffère pas de celle de certains Spongiaires. Dans les échantillons que nous avons examinés, les caractères distinctifs extérieurs des *Thamnarea* font défaut. Les coupes et les surfaces attaquées par l'acide chlorhydrique ne laissent voir qu'un tissu enchevêtré, souvent vermiculé, qui nous a tout d'abord portés à considérer ces fossiles plutôt comme des Spongiaires. Il est cependant possible qu'ils appartiennent à des polypiers du genre *Thamnarea* ou d'un genre voisin, dont l'écorce serait entièrement usée par le roulage. Les calices et les cloisons des *Thamnarea* sont en effet très superficiels; une fois la couche extérieure du polypier usée, le tissu interne n'offre plus qu'un enchevêtrement confus. L'échantillon que nous avons pu attribuer avec certitude au *Thamnarea cancellata* est absolument identique à ceux de Morteau et de Travers de la collection Jaccard, et présente la même structure interne que ceux-ci. Les *Thamnarea* étant décrits comme pouvant avoir un tissu vermiculé, nous sommes donc portés à admettre que les polypiers de Cuchemanteau appartiennent bien à ce genre, puisqu'aucune autre détermination n'est possible et que le seul échantillon déterminable est justement un *Thamnarea cancellata*, Kobay. Les individus que M. Baumberger a considérés comme tels et qu'il a bien voulu nous communiquer, sont tout à fait pareils à nos polypiers à tissu vermiculé, sans calices visibles.

Voici la coupe que nous avons relevée dans cette carrière : elle est plus détaillée que celle de M. Baumberger :

	Mètres
12. Calcaire jaune compact, fissuré, formant le sommets de la carrière, visible sur. . . .	3-4
11. Marne jaune sans fossiles	0,15
10. Calcaire coralligène, jaunâtre, formé de polypiers roulés, englobés dans un ciment blanc	1,20
D'innombrables coquilles perforantes sont engagées dans les polypiers, ainsi que quelques coquilles épaisses paraissant appartenir à des <i>Requienia</i> .	
9. Marno-calcaire avec <i>Rhynchonella lata</i> , etc.	0,20
8. Banc calcaire jaune	0,30
7. Marne grumeleuse jaune avec <i>Rh. lata</i> et nombreux <i>Gastéropodes</i>	0,40
6. Marno-calcaire noduleux jaune	0,55
5. Calcaire compact ou oolitique jaune.	1,00
4. Marne jaune feuilletée homogène à <i>Rhyn- chonella</i> et petits <i>Gastéropodes</i>	0,30
3. Marno-calcaire oolitique fissuré	0,40
2. Marno-calcaire noduleux avec <i>Rhynchonella</i>	0,75
1. Calcaire jaune oolitique, ou noduleux par places, visible sur	8,00

Le banc 12 forme probablement la base de l'Urgonien supérieur, tandis que la couche 1 appartient certainement au Hauterivien supérieur. L'Urgonien inférieur comprend donc les couches 2-10 avec une épaisseur de 7^m,25. L'alternance des faciès coralligène et marneux rapproche en effet ce gisement de celui de Morteau, si remarquablement riche en polypiers

appartenant à un grand nombre d'espèces. Mais, comme le remarque M. Baumberger, il présente avec celui-ci un singulier contraste, dans le fait que les bancs coralligènes n'y sont formés presque exclusivement que d'une seule espèce.

Plus en amont du Champ-du-Moulin les éboulis et les moraines masquent en grande partie le synclinal néocomien et les affleurements de l'Urgonien inférieur font défaut.

Faune de l'Urgonien inférieur.

GISEMENTS: Gor du Communal = Co. — Buges = Bu. — Merdasson = Me. — Rochefort = Ro. — Combe-aux-Épines = E. — Combe-Garot-La Verrière = Ga. — Carrière près de Cuchemanteau = Cu.

Mollusques gastéropodes.

- Tylostoma ellipticum*, P. et G. — Co, r. Bu, c.
» *depressum*, P. et G. — Bu, r. Cu, r.
Turritella sp. — Bu, r.
Cerithium Viteli, P. et G. — Bu, c. Cu, rr.
Trochus morteauensis, P. et G. — Co, rr. Bu, r. Cu, r.
» *Laharpei*, P. et G. — Cu, r.
Turbo chatillonensis, P. et G. — Me, rr.
» *urgonensis*, P. et G. — Me, r. Ga. Cu, cc.
» *dubisiensis*, P. et G. — Cu, r.
Pleurotomaria orbensis, P. et G. — Me, r. Bu, rr.
» *Renevieri*, P. et G. — Bu, rr.
» *anomala*, P. et G. — Cu, r.
» *truncata*, P. et G. — Cu, c.
Pterocera sp. — Bu, rr.
Columbellina maxima, de Lor. — Cu, r.

Mollusques pélécyropodes.

- Panopæa neocomiensis*, d'Orb. — Me, c.
» *Carteroni*, d'Orb. — Cu, r.

- Venus obesa*, d'Orb. — Cu, r.
Cardium subhillanum, Leym. — Co, r. Cu, r.
Cyprina orbensis, P. et C. — Co, r. Ga, c.
Arca marullensis, d'Orb. — Bu, r. — Cu.
Anatina marullensis, d'Orb. — Cu.
Nucula planata, Desh. — Cu, r.
Lithodomus oblongus, d'Orb. — Me, r. Bu, r. Cu, r.
Pecten urgonensis, de Lor. — Me, r.
 » *Archiaci*, d'Orb. — Ro, r. Ga, r.
 » *landeronensis*, de Lor. — Cu, r.
 » *Carteroni*, d'Orb. — Ga, r.
Janira Euryotis, P. et C. — Me, rr.
Alectryonia tuberculifera, K. et D. — Me, c. Bu, c. Ga, Cu.
 » *rectangularis*, Roem. — Co, r. Ro, r. Ga.
 » *minos*, Coq. — Ga.
Lima Orbignyï, Dsh. — Bu, rr.
 » *Tombecki*, d'Orb. — Bu, rr.
Monopleura michaillensis, P. et C. — Cu, r.

Brachiopodes.

- Terebratula essertensis*, P. et C. — Me, c. Ga, Cu, c.
 » *russillensis*, de Lor. — Me, cc. Bu, cc. Ga.
 Cu, c.
Waldheimia globus, Pict. — Bu, rr. Cu, r.
 » *sp. nov.* du groupe du IV. *Moreana*. — Me,
 r. Bu, cc.
Eudesia ebrodunensis, Ag. — Co, r. Bu, r.
Rhynchonella lata, Sow. — Co, c. Me, cc. Bu, c. Ro, E.
 Ga, Cu, cc.
 » *irregularis*, Pict. — Me, cc. Bu, c. Ga, c.
 Cu, r.
 » *Gillieronï*, Pict. — Me, rr.

Bryozoaires.

- Ceripora dumosa*, From. — Co, cc. Bu, c.
Reptomulticava Gillieronï, de Lor. — Co, cc. Me, c. Bu,
 c. Cu, r.
 » *bellula*, de Lor. — Bu, r. Cu, r.

Echinodermes.

- Cidaris Lardyi*, Des. — Co, c. Me, c. Bu, cc. Cu, c.
 » *muricata*, Roem. — Bu, r.
 » *cornifera*, Ag. — Me, c, Bu, c.
Pseudocidaris clunifera, Ag. — Co, r. Me, cc. Bu, c. Ro.
 Cu, c.
Goniopygus peltatus, Ag. — Co, c. Me, c. Bu, cc. Ga.
 Cu, c.
Peltastes stellulatus, Ag. — Bu, r. Cu, r.
Pseudodiadema Jaccardi, Cott. — Ro, rr.
Botriopygus obovatus, d'Orb.
Antedon (Ophiocrinus) Hiselii, de Lor. — Bu, r.

Polypiers.

- Eugyra pusilla*, Koby. — Bu, r.
Favia hemisphærica, From. — Ro.
Thamnastrœa frondescens, From. — Ro.
 » *urgonensis*, Koby. — Ro.
Thamnarea cancellata, Koby. — Cu, cc.
Thamnastrea sp. — Cu.
Astrocœnia sp. — Cu.

Spongiaires.

- Amorphofungia multiformis*, de Lor. — Me, c. Cu, r.
Discœlia Gillieron, de Lor. — Me, cc.
 » *glomerata*, From. — Me, r. Cu, c.
 » *Perroni*, From. — Me, r. Cu, c.
 » *flabellata*, d'Orb. — Me, r.
 » *Cotteaui*, From. — Me, c. Cu, cc.

Protozoaires.

- Nodoraria* sp. — Bu, c.

Urgonien supérieur.

Ce que nous avons dit de l'Urgonien en général nous dispense de parler longuement du sous-étage

supérieur qui ne présente rien de saillant. Il ne forme qu'une bordure étroite à la base de la Chaîne du Lac et il est, de plus, souvent couvert par les dépôts glaciaires.

La carrière Gor du Communal, à l'entrée des Gorges de l'Areuse, offre la meilleure coupe de ce terrain. Au-dessus d'un lit marno-calcaire jaune, avec la faune de la Russille, vient une assise de calcaire jaune oolitique de 6 m. appartenant encore à l'Urgonien inférieur. L'Urgonien supérieur débute par un massif de 7 m. de calcaire *blanc jaunâtre* tendre qu'on a exploité pour la construction du viaduc de Bondry. L'emploi de ces matériaux peu résistants a nécessité des travaux de réfection extrêmement coûteux. Le sommet de cette carrière est formé d'un *calcaire coralligène* blanc épais de 3 m., renfermant *Requienia Ammonia*.

L'Urgonien supérieur ne mesure donc guère plus de 10 m., car, à faible distance, les marnes tertiaires viennent se superposer au calcaire blanc.

Dans le synclinal de Rochefort-Val-de-Travers, l'épaisseur de l'Urgonien supérieur est encore plus réduite par places. Nous avons déjà signalé la réduction extraordinaire de cette assise à la Combe-aux-Epines, ce qui permettrait de conclure à des érosions préalbiennes, vu l'absence de l'Aptien et l'aspect corrodé de l'Urgonien au contact de l'Albien. Le même fait se répète près de Rochefort et près de la Coudre au N.E. de Neuchâtel, ainsi que l'a signalé l'un de nous ¹.

¹ H. Schardt. *Mélanges géologiques* II. *Bull. neuch.* XXIX, 1901, p. 119.

Au Lanvœennes, mêmes constatations, tandis que vis-à-vis, à Cuchemanteau, l'épaisseur de l'Urgonien est un peu plus forte. Il consiste en un calcaire compact, blanc ou jaunâtre.

Aux Œuillons, par contre, apparaît déjà le calcaire tendre, crayeux, qui, au Val-de-Travers, est imprégné d'asphalte. Nous y avons trouvé, près de la fontaine, un beau moule interne d'une *Purpuroidea*.

Les restes organiques déterminables sont fort rares dans notre Urgonien supérieur. Le seul gisement qui en ait fourni est la carrière du Gor du Communal. Nous y avons constaté :

Requienia Ammonia, Goldf.

Astrocænia subornata, d'Orb.

L'Aptien (Rhodanien) qui termine la série infracrétacique au Val-de-Travers (La Presta) et aux environs de Sainte-Croix, en servant de base à l'Albien, manque absolument dans le synclinal Œuillons-Rochefort, ainsi que sur le flanc S.E. de la Chaîne du Lac. Ce que nous disions plus haut d'une érosion préalbienne est donc corroboré par cette lacune stratigraphique frappante et évidente. Les Lacherelles, près de Travers, marquent à peu près la limite N.E. de la mer aptienne, par une zone d'émersion qui a mis à découvert l'Urgonien du prolongement N.E. du synclinal Rochefort-Val-de-Ruz et de la Chaîne du Lac, puisque ici l'Albien repose sur l'Urgonien corrodé. Le faciès de l'Aptien, formé à la Presta de marnes verdâtres, fortement terrigènes, trahit le voisinage d'une terre ferme : sa faune présente un caractère littoral bien marqué.

B. CRÉTACIQUE MOYEN (CÉNOMANIEN)

ALBIEN ET ROTOMAGIEN

Nous avons décrit récemment¹ ce terrain qui a été momentanément visible à Baliset sur Rochefort, à la Combe-aux-Épines, au pied des Lanvœennes et en amont du Champ-du-Moulin.

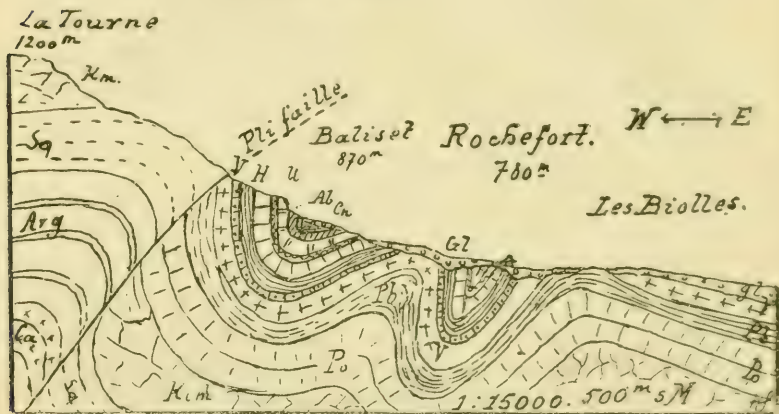


Fig. 10. — Gisement d'Albien et de Tertiaire à Baliset sur Rochefort.

Cn, Tertiaire (Aquitainen). Ab, Albien. U, Urgonien. H, Hauterivien. V, Valangien. Pb, Purbeckien. Po, Portlandien. Km, Kimmeridgien. Sq, Séquanien.

Dans ces quatre gisements, l'Albien se compose d'une couche peu épaisse de sable vert avec fossiles phosphatés abondants, sur laquelle repose une épaisseur variable d'argile rouge, bleue ou grise, flambée, avec fossiles pyriteux.

Le gisement de Baliset sur Rochefort est aujourd'hui recouvert. Sa situation au pied de l'arête de la Tourne est représentée dans le profil de la fig. 10.

¹ H. Schardt et Aug. Dubois. *Le crétacique moyen du synclinal Val-de-Travers-Rochefort*. Bull. neuch., XXVIII, 1900, 129-157.

montrant le pli-faille du flanc S.E. de cette montagne, grâce auquel ce lambeau de terrain si délitable a pu être conservé.

Nous devons ajouter que le terrain *marno-calcaire gris blanchâtre* ou *verdâtre* que nous avons attribué avec doute au *Cénomanien*, a été de nouveau mis à découvert par la construction d'un réservoir. Bien que nous n'ayons pu découvrir aucun fossile attestant l'âge de cette formation, il ne nous paraît plus douteux aujourd'hui qu'elle appartienne plutôt au Tertiaire. Elle renferme, en effet, de grandes lames de *gypse fibreux*, comme on en trouve dans les marnes aquitaniennes grises des Lanvœennes et de Boudry¹.

A la Combe-aux-Epines, l'Albien est pincé dans un étroit synclinal de l'Urgonien en transgression partielle sur celui-ci (voir fig. 9).

Aux Lanvœennes, l'argile albienne forme une faible lame appliquée contre l'Urgonien supérieur (voir fig. 2, Pl. 1).

Ces trois gisements sont aujourd'hui invisibles. Il ne reste que celui du Champ-du-Moulin, dont la situation ressort de la fig. 8. Il est réduit à un minime pointement de marne argileuse rouge, très plastique, avec *Corbula gaultina* et *Desmoceras latidorsatum*.

Nous renvoyons pour tous les détails concernant ces gisements à la notice citée, qui contient aussi la liste des nombreux fossiles recueillis à Baliset et à la Combe-aux-Epines².

¹ Il y aurait donc lieu de corriger notre carte géologique en remplaçant tout simplement la couleur vert clair avec le monogramme Cn, par le jaune du Tertiaire (M).

² Cette liste comprend soixante-quinze espèces; on peut y ajouter les sept suivantes trouvées depuis l'époque de sa publication (C = Combe-aux-Epines; B = Baliset): (Voir suite de la note page 290.)

Jaccard¹ a signalé un affleurement d'*Albien* et de *Cénomannien* dans un emposieu du Joratel (vallée des Ponts). Il n'en dit que deux mots et figure sa situation dans un profil sans échelle. Nous avons vainement cherché un emposieu dans le voisinage du Joratel. Il en existe par contre un assez grand à l'E. de Combe-Varin, indiqué sur la carte, mais qui n'offre aucun affleurement visible. Un second emposieu, qui nous paraît être celui dont a voulu parler Jaccard, est situé au N.E. de *Brot-dessus*, à environ 50 m. de la route. Il est profond, très vaste, mais les affleurements y sont également recouverts aujourd'hui.

La collection Jaccard ne contient aucun fossile albien de ce gisement; ils auront été sans doute mélangés à ceux de Sainte-Croix ou de Morteau. Il s'y trouve en revanche quelques espèces du Cénomannien inférieur (Rotomagien), ce sont :

Schlœnbachia varians, Sow.

Turrilites Gravesi, d'Orb.

Turbo sp.

Terrains tertiaires.

Le Nummulitique ou Eocène fait entièrement défaut dans notre région, comme d'ailleurs dans presque tout le reste du Jura suisse, qui a dû être émergé

(Suite de la note 2 de la page 289.)

Schlœnbachia cristata, Deluc B.

Acanthoceras Lyelli, Leym. C.

Turbo Pictelli, d'Orb. B.

Solarium Hugii, P. et C. B.

Pleurotomaria Moreausi, d'Orb. B.

Lima Itieri, P. et Rx. B.

Une pièce d'Articulé cirripède, appartenant probablement au genre *Scalpellum*. B.

¹ *Mat. carte géol.*, VII, 1870, p. 23; pl. IV, fig. 1.

dès le Crétacique moyen. C'est pendant ce temps surtout que s'est développé le faciès continental cré-négène du *Sidérolitique*, dont les Gorges-de-l'Areuse n'offrent que quelques filons sans importance et sans aucune trace de fossiles. Nous nous contentons donc de cette simple mention à titre de mémoire.

Le seul représentant de la série éogénique est l'Aquitanien qui n'en forme que le sommet. Le Néogénique inférieur est également fort incomplet, grâce à l'érosion qui a déblayé presque tous ces terrains. Nous n'en trouvons que des couches attribuables à l'étage Langhien ou Burdigalien.

Pour plus de simplicité nous décrirons ensemble ces terrains appartenant à la « Mollasse ».

TERRAINS MOLLASSIQUES

(Aquitanien et Langhien.)

Outre la bordure tertiaire de la Chaîne du Lac, qui forme l'angle S.E. de notre carte, le Tertiaire forme une zone étroite dans le synclinal des gorges entre la côte du Champ-du-Moulin et Combe-Garot, puis un lambeau que nous indiquons aux Oeuillons, bien qu'il n'affleure pas, mais dont la présence au-dessus de l'Urgonien est indiquée par une source très constante. Enfin, il y a lieu de noter la marne blanche tertiaire de Baliset, dont nous venons de parler.

Environs de Boudry. — Le Tertiaire de cette région appartient à la zone marginale du Plateau suisse. Ces terrains ne participent que dans une mesure fort restreinte, et au surplus accessoire, à la formation des Gorges-de-l'Areuse. Leur stratigraphie a déjà fait

l'objet d'une étude détaillée de Desor et Gressly¹, lors de la construction du viaduc de Boudry, dont les fondations reposent sur ces terrains.

A. Jaccard a donné² des coupes détaillées, relevées couche par couche, de toutes les assises tertiaires entre l'ancienne falaise de Chanélaz et l'Urgonien du Gor du Communal. Il est difficile, actuellement, de raccorder ces coupes et de les repérer sur le terrain, surtout celle de Desor et Gressly. Nous constaterons toutefois que le Tertiaire des environs de Boudry peut se diviser en trois zones, lesquelles nous semblent correspondre au *Langhien* (Burdigalien) et à l'*Aquitainien*.

En remontant la vallée on trouve, à partir de Chanélaz :

1^o Une série de *couches mollassiques*, où prédominent les *grès tendres*. Ces grès sont sans fossiles et atteignent dans leur ensemble une épaisseur de 20 à 30 m. Nous sommes portés à y voir la base du *Langhien* ;

2^o Un complexe de *couches marneuses* souvent bariolées, interrompues par des *lits de grès* et de *calcaire d'eau douce*, gris ou bruns, fétides au choc (Pierre à chien), contenant souvent une multitude d'empreintes vides de *Planorbes*, de *Limnées* et plus rarement de *Helix*. Quelquefois ces mollusques ont, au contraire, conservé leur coquille d'une couleur noire ou gris foncé. L'ensemble de cette formation peut être évaluée à 45 m. Sans un relevé détaillé, qui nécessiterait des fouilles pour relier la série visible en aval de Boudry à celle qui se voit en amont, vis-à-vis de la Fabrique,

¹ *Bull. soc. neuch.*, IV, 1858, p. 440-449.

² *Mat. carte géol.*, livre VI, 1869, p. 49-51.

on ne saurait en fixer l'épaisseur exacte. Cet ensemble correspond certainement à l'*Aquitanien supérieur* ou *Mollasse à bancs calcaires* de Jaccard, soit à la mollasse de Rochette près Lausanne;

3^e Enfin, une *zone inférieure*, visible en partie aux abords du viaduc de Boudry; elle se distingue par une prédominance des *bancs de calcaire limnal*, blanc ou gris, peu ou point fétide au choc, avec *Helix*, *Planorbes* et *Limnées*, interrompus par quelques *couches de marnes calcaires ou sableuses*. Son épaisseur atteint au total 18 m.

Des *marnes rouges et bariolées*, d'une épaisseur de 5 m. environ, la séparent de l'Urgonien. Cet ensemble appartient à l'*Aquitanien inférieur*, équivalant à la Mollasse rouge.

En résumé, nous pouvons distinguer aux environs de Boudry.

	Mètres
3. LANGHIEN. Mollasse sableuse en gros bancs	20-25
2. AQUITANIE SUPÉRIEUR. Marnes bariolées, avec intercalations de grès tendres et calcaires limnaux fétides avec <i>Planorbes</i>	45
1. AQUITANIE INFÉRIEUR. Gros bancs de calcaires limnaux non fétides à <i>Helix Ramondi</i> et cal- caires marneux intercalés.	18
Marnes rouges et bariolées	5

Sur le plateau de Perreux, le calcaire d'eau douce en gros bancs a été rencontré dans les vignes et affleure sur le chemin des Métairies.

Faune de l'Aquitanien de Boudry.

Nous avons recueilli et déterminé tout ce que nous avons pu de fossiles provenant de ces diverses couches,

cette étude n'ayant pas encore été faite jusqu'ici. Voici ce que nous avons constaté :

Les marnes de l'Aquitanien supérieur, visibles en aval de Boudry, sont interrompues sur le chemin des Rochettes, conduisant sur le plateau de Cortaillod (angle S.E. de la carte), par deux bancs de *calcaire d'eau douce*, gris brun. Ce sont probablement les bancs *e* et *h* de la coupe de Jaccard. Le banc inférieur, épais de 25 à 30 cm., est rempli de fossiles à l'état d'empreintes vides. La roche en paraît vacuolaire. Ces empreintes se laissent mouler avec du gypse et permettent d'assez bonnes déterminations. Nous avons reconnu :

Helix Moroguesi, Brongn. — 1 échant.

Limnæa pachygaster, Thomæ. — 1 échant.

Planorbis dealbatus, A. Braun. — cc.

Pupa sp. (sans embouchure). — 2 échant.

Derrière la maison Martenet, à l'angle des routes qui mènent l'une à la Fabrique, l'autre à la gare, se trouve une exploitation d'argile dans laquelle on voit, au haut de la coupe, un banc de calcaire limnal, brun, assez marneux et sableux. Il contient de rares coquilles à test brun ou noir et des débris nombreux de tests brisés. C'est probablement le banc *ce* de la coupe de Jaccard. Nous avons pu déterminer :

Planorbis dealbatus, A. Braun. — cc.

Helix Moroguesi, Brongn. — 3 échant.

Ramondi, Brongn. — 1 échant.

Dans la coupe que présente la falaise opposée à la Fabrique, Jaccard indique une couche *c* avec *Planorbis* et *Néritines*. En effet, dans sa collection, conservée

à l'Académie de Neuchâtel, quelques fossiles portent l'indication Boudry, et doivent provenir de ce banc.

Les Néritines sont particulièrement nombreuses dans un lit marno-calcaire sableux gris. Nous avons pu en isoler quelques-unes et étudier leur péristome. La même roche renferme aussi des *Limnées*. Nous n'avons, par contre, pas pu retrouver les *Planorbes* cités dans la coupe. Voici la liste des espèces qui ont été en partie déterminées par Maillard :

Limnea subbullata, Sandb. — 3 échant.

» *bullata*, Klein. — 8 échant.

Neritina Ferrussaci, May.-Eym. — Une dizaine d'exemplaires sur un fragment de marne.

La zone des *gros bancs de calcaire d'eau douce* qui s'étend sur les deux berges aux abords du viaduc n'est guère visible que dans sa partie supérieure, qui forme corniche au-dessus des vignes. Ce banc saillant, épais de 4 m., surmonte une zone marno-calcaire délitable, visible actuellement sur 5 à 6 m. Quant aux *marnes bariolées* et au second massif de *calcaire avec lits marneux*, indiqués par Desor et Gressly, nous ne les avons jamais pu observer¹.

Le banc calcaire de la corniche supérieur renferme surtout *Helix Ramondi* et quelques autres espèces, tandis que la zone marno-calcaire, très gélive, qui vient au-dessous, est surtout riche en *Planorbes* et *Limnées*, mais elle ne manque pas non plus de *Helix*. Desor et Gressly indiquent des *Physes*, ce qui nous paraît douteux ; nous n'avons jamais recueilli de coquilles enroulées à gauche.

¹ Cette section de la coupe de Desor et Gressly a été relevée dans les puits de fondation du viaduc.

Voici les espèces que nous avons constatées dans le matériel recueilli par nous et dans la collection Jaccard :

- Helix Ramondi*, Brongn. — cc.
- *rugulosa*, Mart. — r.
- *cadurensis*, Noulet. — c.
- *subtilisticta*, Sandb. — rr.
- *lapicidella*, Thomæ. — rr.
- *Munieri*, Desh. — r.
- Planorbis cornu*, Brongn. — c.
- Limnæa pachygaster*, Thomæ. — r.
- » aff. *suborata*, Hartm.-juv. — cc.

Cette dernière espèce, dont nous avons plus de cinquante exemplaires, a été déterminée par Maillard, dans la collection Jaccard, en partie comme *L. peregrina*, Sandb. Cependant, Maillard ne la mentionne pas dans sa monographie des mollusques tertiaires fluviatiles et terrestres de la Suisse. Nous avons longtemps hésité à l'attribuer au *L. giroudica*, Noulet, dont elle n'a cependant pas la forme effilée et l'angle spiral aigu. Nous ne sommes pas plus en mesure de l'identifier à aucune espèce décrite de même taille. Il ne saurait être question d'en faire une espèce nouvelle : nous sommes donc réduits, vu la petite taille de la plupart des échantillons, à la considérer comme la forme juvénile du *Limnæa suborata*, Hartm., qui est beaucoup plus grand, mais dont les premiers tours ont bien le même angle spiral et le même accroissement.

Nous ne connaissons aucun fossile végétal de ces gisements.

Tertiaire du synclinal Rochefort-Les Œuillons.

Il correspond par sa composition à celui de l'Aquitanién supérieur de Boudry. Les grands bancs calcaires de la base y font entièrement défaut, bien qu'au Val-de-Ruz un sondage pratiqué près de Chézard ait atteint cette formation, reposant sur des marnes bariolées de rouge et de gris.

On a pu voir à la suite des glissements qui se sont produits aux Lanvoennes des coupes assez complètes de ces couches. Dans le bas sont des marnes gris verdâtres avec veines remplies de gypse fibreux et plus haut avec des bancs peu épais de calcaire fétide.

M. Maur. de Tribolet a fait de ce gisement une étude spéciale et donné une coupe des couches visibles¹. Il signale en particulier un calcaire lumachelique, intercalé au milieu d'un banc de mollasse à grain fin gris verdâtre et qui lui a fourni neuf espèces de mollusques tant terrestres que d'eau douce, marquant tous l'étage *aquitanién*.

Le tertiaire forme une longue zone passant de la Joux-brûlée, par le Pré d'Agréda, jusqu'à environ 500 m. en amont du Champ-du-Moulin, toujours sur le flanc S.E. de la gorge. Il est bien probable que sans les érosions de l'Areuse qui ont déterminé les glissements du pied des Lanvoennes, ce terrain serait resté encore longtemps ignoré dans cette région boisée et couverte d'éboulis.

Plateau des Ponts. — L'angle S.E. de ce vaste synclinal empiète sur notre carte. Il est certain que son

¹ *Bull. neuch.* XIII, 1883, 268-77.

sous sol est formé de terrains tertiaires, mais nous n'en avons vu nulle part d'affleurements bien sûrs. Sous la tourbe se trouve toujours de la marne blanche et de l'argile glaciaire, sur 4-5 m. d'épaisseur et plus. Cette argile et les sables qui l'accompagnent sont toutefois dus bien certainement au remaniement des dépôts tertiaires.

Les miocènes moyen et supérieur (Helvétien et Eningien) font défaut dans la région des Gorges, sauf l'Helvétien dans le synclinal des Ponts.

Terrains quaternaires.

(Néogène supérieur.)

A. TERRAINS GLACIAIRES

(Pliocène et Plistocène ancien.)

L'étude de L. Du Pasquier¹ sur le *Glaciaire du Val-de-Travers* nous dispense de traiter longuement ce sujet qui d'ailleurs ne présente qu'un intérêt secondaire, en raison du cadre restreint de notre carte.

Glaciaire alpin. — On sait que le glacier du Rhone durant sa dernière extension a pénétré dans le Val-de-Travers en remontant les Gorges de l'Areuse et en transportant des blocs erratiques alpins jusque dans le voisinage des Bayards à 923 m. d'altitude, tandis que sur le flanc du Jura à l'entrée des Gorges au-dessus de Boudry, son altitude devait être de 1180 m. Il n'avait donc qu'une faible pente, ce qui résulte évidemment des nombreux affluents venus de l'intérieur du Jura, vers la dépression du Val-de-Travers.

¹ *Bull. neuch.* XXII, 1894, 3-32.

C'est à cette dernière extension du glacier qu'il faut attribuer la formation des nappes de moraine argileuse à galets striés qui occupent le sous-sol du plateau de Perreux, ou qui sont appliquées contre le flanc du Jura, ou encore qui occupent le fond des Gorges-de-l'Areuse, notamment à la combe de la Verrière, à la Petite Joux, et sur le flanc N. du vallon de Noiraigue.

La dernière glaciation n'a pas dépassé, dans le défilé de la Clusette, l'altitude de 980 m. On sait qu'elle fut précédée d'une autre époque de glaciation d'extension bien plus considérable et qui a transporté des galets et des blocs alpins jusque dans les hautes vallées du Jura à des altitudes atteignant 1400 m.

Notre carte indique la situation de la plupart des blocs erratiques remarquables subsistant encore. La commune de Noiraigue a exploité, vers 1860, l'amas de blocs de Derrière-Chéseaux, le plus formidable sans doute qui ait existé dans tout le Jura. Les travaux d'endiguement de l'Areuse et la construction des usines hydro-électriques ont encore fait disparaître plusieurs milliers de mètres cubes de granit. Sur les instances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, la commune de Boudry a bien voulu décréter l'inviolabilité de dix des plus beaux blocs situés sur son territoire. Le plus volumineux (Granit de Vert: N° 1) mesure 204 m³. Ce sont tous des blocs de protogine de la chaîne du Mont-Blanc. On rencontre aussi dans la région des blocs de schistes verts, d'arkésine, etc. La plupart de ceux qui sont rassemblés dans le voisinage du thalweg ne sont sans doute pas dans la situation où le glacier les a déposés; ils auront roulé sur les pentes.

Mentionnons encore la puissante moraine latérale que le glacier du Rhône a déposée entre 800 et 900 m. au N. de Rochefort et dont la formation s'explique par le brusque abaissement de niveau, dû à l'importante dérivation qui s'engageait dans le Val-de-Travers.

De vastes dépôts alpins, avec blocs erratiques nombreux, s'étalent encore sur le flanc sud de la Montagne de Boudry.

Au pied du coteau de la Petite Joux, on peut voir la moraine à galets striés reposant sur de l'argile feuilletée qui, à son tour, recouvre la moraine de fond. Cette moraine de fond, dont l'altitude atteignait 800 m. au moins, s'étendait uniformément sur toute la vallée, puisqu'on en retrouve des vestiges jusqu'au delà de Rosières.

On devrait s'attendre à trouver sur les deux flancs du Val-de-Travers une importante moraine latérale alpine. Elle n'est cependant que faiblement indiquée, soit qu'elle ait été enlevée par l'érosion au moment de la fusion, soit que les névés jurassiens aient contrarié sa formation. Aux époques de grande extension, toute la surface du glacier du Val-de-Travers était collectrice et se renouvelait constamment par l'appoint des névés jurassiens. Le glacier se chargeait surtout de matériaux superficiels et internes. On comprend donc que la moraine de fond ait atteint un si grand développement, sous forme d'*argile glaciaire* à galets striés, tant alpins que jurassiens, en proportions variables, ou sous forme d'*argile feuilletée*, renfermant localement aussi quelques galets striés et polis. La formation de cette argile feuilletée (Bänderthon) est intimement liée à celle de l'argile à galets polis et striés. Il faut y voir un faciès de la moraine de fond,

dans lequel les galets font presque défaut et qui présente une stratification due à l'alternance mille fois répétée de feuillets argileux et plus ou moins limoneux.

Ces argiles doivent s'être formées dans des dépressions que le glacier ne comblait pas jusqu'au fond et dans lesquelles le limon se déposait assez uniformément sous l'influence des crues et des décrues des eaux de fusion. C'est de cette façon qu'il faut s'expliquer l'existence de l'argile feuilletée de la rive droite de l'Areuse entre Noiraigue et le Saut-de-Brot et peut-être aussi de celle qui occupe le fond du vallon du Champ-du-Moulin. On a tenté d'en attribuer l'origine à un barrage morainique, ou à un barrage formé par le front du glacier lui-même. Ces théories ne nous paraissent guère admissibles. En effet, ces dépôts argileux sont en relation trop étroite avec la moraine de fond, et de plus, si l'on avait affaire à un dépôt de barrage, on y trouverait quelques restes organiques, ce qui n'a pas encore été le cas jusqu'ici. Les dépôts torrentiels y font également défaut.

La moraine argileuse à galets et l'argile feuilletée forment sans doute la grande masse du remplissage de la plaine de Noiraigue et du Val-de-Travers; le comblement lacustre n'est que superficiel.

Glaciaire jurassien ou local. — Aux époques de grande extension, les glaciers du Jura mélangeaient leurs matériaux à ceux des glaciers alpins. Le retrait de ceux-ci n'a pas amené la disparition immédiate de ceux-là. Au contraire, les glaciers jurassiens ont pu alors s'étendre et s'écouler dans les vallées débarrassées du glacier alpin qui les refoulait. Celui du Val-de-Travers est venu s'étaler sur le plateau de Perreux et dans la région de Bôle-Colombier, où toute une

série de collines attestent l'existence de cette phase particulière. Celle-ci n'a duré que le temps qu'il a fallu au glacier du Rhône pour se retirer. Le glacier du Val-de-Travers a ensuite rétrogradé et ses divers tributaires se sont individualisés.

A cette phase de forte fusion des glaces jurassiennes se rapportent les dépôts de graviers stratifiés à structure de *delta immergé* qui se suivent de Chanélaz à Cortaillod en formant le bord antérieur du plateau de Perreux. Dans la zone la plus rapprochée du lac, ces dépôts sont formés de matériaux de plus en plus fins, en couches moins inclinées, et prennent un caractère franchement lacustre. Ils datent sans doute de l'époque où le lac de Neuchâtel était d'au moins 40 m. plus élevé qu'aujourd'hui, par l'effet du barrage morainique de Wangen (Soleure). L'embouchure du torrent (Areuse post-glaciaire) qui a formé ce delta devait se trouver à Cortaillod. Le Dr Vouga¹ explique la présence de ces graviers en admettant l'existence d'un lac, dû au barrage du glacier du Rhône devant l'entrée des Gorges-de-l'Areuse. Cette hypothèse ne nous paraît pas s'accorder avec l'aspect décrit ci-dessus.

On peut distinguer les glaciers locaux suivants :

1^o *Glacier de Prépunet* qui a déposé une moraine latérale très nette du côté E. ; elle contient fort peu de matériaux alpins. Sa moraine frontale qui devait exister au bas de la Combe-des-Chaumes, ainsi que la moraine latérale W., ont disparu avec l'éboulement qui a formé le barrage de la Verrière-Champ-du-Moulin dont il sera question plus loin ;

¹ *Bull. Soc. neuch.* VII, 1866, 250.

2° *Le dépôt morainique stratifié de la Ravière*, entre Brot-dessous et le Plan de l'Eau, est probablement un cône de déjection dû à la fusion d'un petit glacier local ayant existé au pied du Solmont entre Montauban et La Gouilla. Il est composé de graviers jurassiens et alpins mélangés et stratifiés dans le sens de la pente. Du Pasquier tend à l'attribuer à la formation simultanée d'éboulis locaux se mélangeant avec les matériaux alpins, ce qui revient plus ou moins au même, puisqu'en ce moment le coteau du Solmont devait être occupé par un névé jurassien;

3° *Glacier du Creux-du-Van*. — Cette excavation en forme d'hémicirque, aux parois abruptes formées de bancs verticaux au N. et presque horizontaux au S. et à l'W., a l'aspect d'un *kahr* tout à fait typique. Or, on admet aujourd'hui que les kahrs sont le produit de l'érosion glaciaire et que ces cavités marquent le niveau de la limite des neiges, lors du retrait des glaciers. L'excavation située au pied du Crêt de la Chaille sur Bevaix est aussi un exemple en miniature de ce genre de formations. Il est certain, en tout cas, que le Creux-du-Van a recélé un petit glacier, après le retrait de celui du Rhône et que pendant le séjour d'un émissaire de celui-ci dans le Val-de-Travers, il lui fournissait un certain appoint de glace. La situation de cette excavation sur le versant opposé au soleil, à l'altitude de 1000-1200 m., a dû permettre le séjour prolongé de la neige sur son fond. Aujourd'hui encore, celle-ci ne disparaît que fort tard dans l'année et la source de la Fontaine froide, qui jaillit à 1448 m., n'a que 4° de température en moyenne. Il existe d'ailleurs une *digue morainique* au S.E. de la Ferme Robert, qui ne peut être autre chose qu'une moraine latérale.

Du Pasquier¹ a également examiné cette possibilité et reconnu la grande ressemblance de cette colline avec une moraine: mais il estime que le vaste dépôt de blocs qui s'étale avec environ 800 m. de largeur sur la moraine alpine, entre le Châble de l'eau et la Petite Joux, est dû à un éboulement tombé de la paroi N. du Creux-du-Van. Il attribue alors la petite digue à un déferlement du courant de l'éboulement qui aurait été rejeté au N.E., après avoir rebondi contre le rocher opposé, situé sur la carte près du mot Van (Creux-du-Van). Il croit même avoir constaté sur ce rocher des traces d'usure.

Il est certain que la possibilité d'un éboulement tombé de la paroi N. du Creux-du-Van ne peut être niée d'emblée, en raison même de la situation instable que devaient présenter les bancs verticaux de ce flanc du Dos d'Ane. Mais il n'en est pas moins certain que le caractère de cette excavation et son altitude la désignent comme ayant servi de réceptacle à un glacier, longtemps encore après le retrait de celui du Rhône. Si l'existence d'un éboulement était prouvée, cela ne permettrait pas de lui attribuer tout l'amas de débris qui git entre la Ferme Robert et le Saut de Brot et de nier ainsi l'influence d'un glacier local, car la niche d'arrachement de l'éboulement présumé ne présente qu'un volume bien inférieur à celui des matériaux qui jonchent le sol.

Nous avons tout d'abord admis sans discussion la théorie de Du Pasquier. Mais nous avons constaté dès lors que le fond du Creux-du-Van et toute la zone du thalweg, jusqu'à la Ferme Robert, étaient relativement

¹ *Loc. cit.*

pauvres en matériel détritique. A la Fontaine froide l'Argovien en place est à fleur du sol. Cette circonstance parle complètement en faveur de l'hypothèse du déblaiement par un glacier local, puisque c'est ainsi qu'agissent ceux des kairs. Nous pensons donc aujourd'hui que l'amas détritique triangulaire, sans aucune parcelle de matériel alpin, qui s'étend de la Ferme Robert à l'Areuse, n'est autre chose qu'un magnifique champ morainique jurassien, constitué par toute une série de moraines frontales dues au glacier du Creux-du-Van, qu'une situation exceptionnellement favorable a longtemps protégé contre l'extinction. La configuration bosselée de cet amas ressemble beaucoup à celle des moraines frontales de glaciers locaux, à oscillations rapides, que nous avons eu l'occasion de voir dans les Préalpes romandes. Le matériel jurassien est superposé à la moraine alpine, qui, grâce à sa nature argileuse, glisse peu à peu vers la rivière en charriant sa couverture détritique. Celle-ci s'est donc déplacée depuis l'époque de sa formation.

Il n'y a donc, au fond, pas lieu de modifier le dessin de la carte que nous avons établi étant encore sous l'empire de la théorie de Du Pasquier, et cela d'autant moins que les moraines frontales se forment, non seulement par l'action directe du glacier, mais aussi par les éboulements tombant des parois rocheuses qui le dominent.

4. *Glacier des Ponts.* — La vallée des Ponts et de la Sagne a dû être occupée durant toute la dernière glaciation, — qui ne l'a pas atteinte, — et encore longtemps après, par une vaste nappe de glace, dont les émissaires allaient alimenter le glacier du Val-de-

Travers et dont les eaux de fusion se sont créé plus tard des voies souterraines à travers les fissures préexistantes du rocher. Le séjour presque ininterrompu des glaces dans ce synclinal est attesté par l'énorme épaisseur des amas de sable, d'argile et de marne à galets qui en recouvrent le fond. La carte ne représente que le bord de ce plateau à l'E. de Combe Varin. Vers le milieu de la vallée les dépôts sont essentiellement argileux et sableux : sur les bords prédominent des amas de graviers et de blocs avec rares galets alpins de l'avant-dernière glaciation. (La carte indique ici beaucoup trop de points rouges; le matériel alpin ne constitue pas même le 5 % du total.)

B. TERRAINS D'ALLUVION

(Plistocène et Holocène récent.)

Alluvions fluviales et lacustres.

Dans le périmètre de la carte, trois régions d'alluvions fluviales et lacustres sont bien développées : ce sont : la plaine en aval de Boudry, la plaine du Champ-du-Moulin et celle de Noiraigue.

Environs de Boudry. — Les dépôts fluvio-lacustres de Boudry font partie du delta actuel de l'Areuse qui constitue la plaine des Planches et des Prés d'Areuse, située entièrement en dehors de notre carte. La largeur du thalweg de la vallée d'érosion entre Chanélaz et le viaduc du chemin de fer n'est pas très considérable, et malgré la superficie relativement grande du remplissage d'alluvion qui s'y trouve, il n'est pas permis de supposer le thalweg primitif plus bas que le niveau du lac, comme on pourrait en être tenté.

En effet, le delta de l'Areuse s'étant avancé de 1^{km},500 dans le lac, à partir de l'ancienne embouchure, qui devait se trouver près de Bel-Air, il en est résulté une diminution de la pente moyenne du cours d'eau, qui n'est plus que de 12 m. entre le viaduc et l'embouchure actuelle. Avant la formation du delta, ces 12 m. étaient répartis sur une longueur de 2^{km},500, aujourd'hui sur 4 km. L'emplacement de l'ancienne embouchure de Bel-Air est à 441 m. d'altitude, donc à 6 m. au-dessus du niveau du lac¹. C'est donc une épaisseur d'alluvion de 6 m. au maximum qui a dû se déposer sur le fond de la vallée d'érosion en amont de l'ancienne embouchure, épaisseur allant en décroissant jusqu'à l'entrée de la gorge rocheuse sous le viaduc.

Champ-du-Moulin. — Cette plaine d'alluvions, longue d'environ 2 km., doit son existence au barrage de la Verrière, où l'éboulement de Prépunel a empêché l'érosion du remplissage erratique de la vallée préglaciaire, formée ici, comme nous l'avons vu, d'argile feuilletée. Sur cette argile feuilletée et sur les autres dépôts glaciaires, repose la formation sableuse d'alluvion avec feuilles de *hêtres*, *aiguilles de sapin*, etc., associées à des coquilles limnales (*Pisidium*) et terrestres (*Helix*), dont M. de Tribolet² a publié la description. Il place la formation de ce dépôt à la fin ou immédiatement après l'époque glaciaire, en le reliant au phénomène qui a créé l'argile feuilletée. Les constatations qui précèdent (voir p. 298) ne nous permettent pas de nous rallier à cette opinion. La présence de

¹ Par rapport à l'ancienne cote du lac de Neuchâtel, telle qu'elle était avant l'abaissement des eaux du Jura (435 m.).

² *Bull. soc. neuch.*, XIII, 1883, p. 268.

feuilles de hêtre, de bois flotté, etc., indique nettement que le glacier se trouvait à une assez grande distance du Champ-du-Moulin, où il n'existe au surplus pas trace de moraine frontale. Celle qui forme le sommet de la combe de la Verrière est de la moraine locale reposant sur de la moraine profonde argileuse du glacier du Rhône. Il nous paraît plutôt probable que le lac du Champ-du-Moulin est *postérieur au retrait du glacier du Rhône*, postérieur aussi à la disparition du glacier local qui est descendu par les gorges jusqu'à Boudry. Il date de l'époque où l'Arcuse avait de nouveau approfondi son lit à peu près jusqu'au niveau actuel et commencé à creuser la gorge latérale de Cuchemanteau, en provoquant les glissements du pied des Lanvœennes. *C'est un de ces glissements qui doit avoir barré le lit momentanément et inondé la vallée du Champ-du-Moulin.* Le lac temporaire s'est desséché par l'alluvionnement et par le creusage du lit de la rivière sur l'emplacement du barrage d'éboulement. La nature du dépôt, sa faible cohésion et la présence de nombreux tubules dus à la concrétion du carbonate de chaux autour des racines de végétaux, le prouvent et montrent en même temps la différence fondamentale de ce dépôt d'avec l'argile feuilletée. Les débris glaciaires, blocs erratiques, etc., que l'on trouve à sa surface sont le fait de glissements et de remaniements.

Plaine de Noiraigue. — Nous avons vu que l'origine des matériaux jurassiens étalés au N. de la Ferme Robert jusqu'à l'Arcuse est discutable. Il n'en est pas moins exact que leur masse, en s'ajoutant à la moraine alpine et en la protégeant, a contribué à la formation de la puissante digue qui a retenu les eaux du Val-

de-Travers. La hauteur de cette dernière peut être fixée par l'altitude maximum qu'ont atteinte à Couvet, à Môtiers et à Fleurier les deltas formés sous l'eau, altitude qui est de 800 m. et dépasse ainsi de 80 m. celle de l'Areuse au Furcil. L'abaissement progressif du lac du Val-de-Travers est attesté par plusieurs niveaux de terrasses visibles sur le cône de déjection du Sucre à Couvet. Le lac a disparu par l'érosion du barrage. Il n'est pas impossible qu'il se soit régénéré à diverses reprises au cours des temps plistocènes par le fait de nouveaux éboulements et glissements.

Les canaux de drainage creusés récemment dans le marais de Noiraigue ont permis de reconnaître la composition des couches superficielles du remplissage lacustre. Sous la tourbe, peu épaisse, on observe un limon blanc semblable à la craie lacustre, et dans lequel sont enfouis d'innombrables mollusques d'eau douce. Nous y avons reconnu :

Valvata piscinalis, Müll.

Bythinia tentaculata, L.

Limnæa auricularia, L.

» *glutinosa*, Müll.

» *stagnalis*, L.

Planorbis complanatus, L.

Cyclas corneus, L.

Eboulis récents.

La présence de talus d'éboulis récents est un des traits caractéristiques de notre région, et leur extension considérable ne ressort que trop clairement de la carte géologique. Nous n'avons pas grand'chose à en dire, puisque ces formations ont partout le même aspect et la même origine : le délitement lent et gra-

duel des escarpements. On admire surtout la régularité du superbe cirque d'éboulement du Creux-du-Van, puis le talus non moins régulier et continu qui contourne la combe de Prépunet. Ici, comme au Creux-du-Van, le milieu de l'hémicirque a été déblayé par le glacier local.

Tuf.

Quelques dépôts de tuf se voient dans le voisinage de diverses sources. Sous la Prise de Pierre plusieurs petites sources ont formé un talus de tuf sur le seuil de la Baume-du-Four. Un dépôt plus important se remarque sur la presqu'île contournée par l'Areuse au Saut-de-la-Verrière. Ce contour est d'ailleurs artificiel; il date de 1868 et résulte d'un relèvement du niveau de la rivière dont les affouillements faisaient glisser le coteau et le tunnel de la Verrière. Auparavant, la rivière coulait au pied de la corniche de tuf et le Saut-de-la-Verrière existait à la sortie de la gorge de Cuchemanteau, sur le calcaire hauterivien, tandis que la dérivation artificielle l'a transporté sur le calcaire portlandien. L'ancien lit s'est alors comblé d'alluvions et une forte source, dite source du Forestier, qui jaillissait sur la rive *gauche* de l'Areuse s'est trouvée ainsi reportée sur la rive *droite*. C'est sans doute à l'eau de cette source, qui pousse de bas en haut dans l'ancien lit de l'Areuse, qu'il faut attribuer le dépôt du tuf.

Tourbe.

Nous n'avons à mentionner que la tourbe de la plaine des Sagnes, près Noiraigue, et celle de la vallée des Ponts, près de Combe-Varin. La première n'a fait l'objet que d'exploitations rudimentaires et la seconde est suffisamment connue.

DEUXIÈME PARTIE

TECTONIQUE, OROGRAPHIE, HYDROLOGIE

A. Tectonique.

La carte et les profils géologiques nous permettront d'abréger cette description tectonique. Nous avons vu dans l'introduction comment l'étude de la région des Gorges de l'Areuse a conduit à cette constatation que les chaînes de montagne qui l'escadrent forment deux plis anticlinaux séparés par un synclinal écrasé. La voûte de la Chaîne du Lac ou Montagne de Boudry au S.E., présente un dos large et surbaissé dont le pied-droit N.W. plonge rapidement du côté du synclinal, puis se renverse et se complique d'un pli-faille que l'on poursuit du château de Rochefort jusqu'au fond du Val-de-Travers. (Voir les profils pl. I, IV et V.)

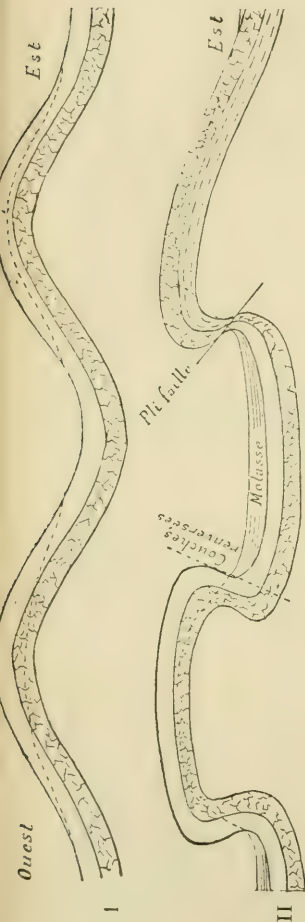
L'anticlinal du Solmont n'est pas non plus régulier. Le flanc S.E. plonge verticalement vers le synclinal, en se renversant même légèrement. Le flanc N.W. présente une même inclinaison sur 250 m. environ, puis il plonge de 20 à 25 degrés vers la vallée des Ponts. Ces deux flancs verticaux, situés à des altitudes différentes, sont alors raccordés par un plan incliné de 30 à 35 degrés au S.E. (Voir profil 3, pl. I.) Cela montre une fois de plus que les plis du Jura n'ont pas la forme régulière qu'on leur a longtemps attribuée. (Voir fig. 41.)

Voûte de la Chaîne du Lac. — Ce pli présente une calotte supérieure surbaissée, formée de Kimeridgien, constituant tout le plateau du Creux-du-Van et de la

Montagne de Boudry. Près du Soliat seulement apparaît une inflexion brusque, sorte de repli monoclinal bien dessiné sur la paroi du Creux-du-Van. (Voir profil 1, pl. I.) La courbure aiguë décrite par ce revêtement calcaire pour plonger au N.W. fait que de ce côté l'anticlinal est entr'ouvert dès le Creux-du-Van jusqu'à Combe-Garot et laisse surgir l'Argovien et même, en deux points, le Callovien (Dalle nacrée), entourés de Séquanien. L'axe du pli, qui est à peu près horizontal au Creux-du-Van, commence à s'abaisser dans la région de Treymont, où perce encore la Dalle nacrée, très écrasée et disloquée; puis il plonge subitement au N.E., si bien qu'à l'endroit où la rivière le coupe transversalement, l'Argovien n'apparaît presque plus sur la rive gauche. Sur la rive droite, ce terrain forme le fond de la Combe-Garot qui, pareille à un couloir, s'élève jusqu'au pré de Treymont. Le plongement de l'axe de l'anticlinal est ici de près de 70⁰/₀. Sur une longueur de 2 km., l'abaissement total de l'axe du pli est d'au moins 500 m. Sur la Montagne de Boudry, à la cote 1200 m., le Kimeridgien couronne encore l'arête, tandis qu'au château de Rochefort (833 m.), c'est le Portlandien qui forme la clef de voûte.

Le *pli-faille*, qui longe le flanc N.W. renversé, met en contact le Kimeridgien, le Séquanien, ou même l'Argovien, avec l'un ou l'autre des étages du Néocomien formant le noyau du synclinal. Sur la rive gauche de l'Areuse, à la Combe-aux-Epines, le contact du Kimeridgien avec l'Urgonien est tangible. (Voir fig. 9 et 12 et profil 3, pl. I.) Plus à l'E., sous la voûte surbaissée de Chassagne, recouverte d'une vaste plaque de Valangien, le contact anormal tend à s'effa-

cer. Il est alors compensé par un pli-faïlle, ayant joué en sens inverse. Autrement dit, l'anticlinal de la



----- Profil d'érosion.

Fig. 11. — I. Allure théorique des plis du Jura. II. Allure réelle la plus fréquente des plis du Jura.

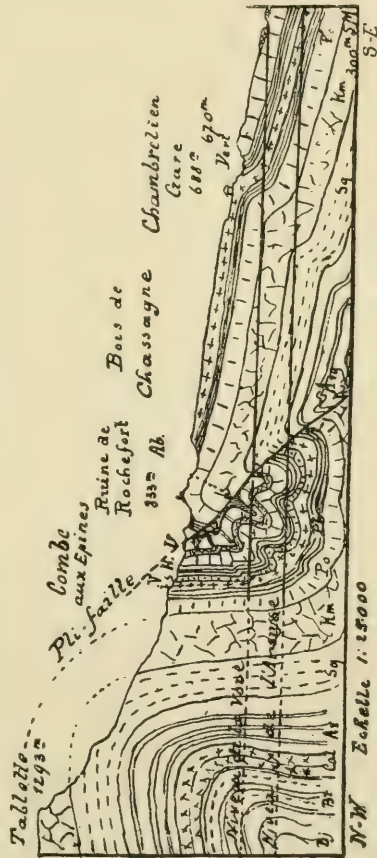


Fig. 12. — Profil géologique du flanc N.E. des Gorges de l'Arcuse entre la Tourne (Tablette) et Chambrelieu.

U. Urgonien. II, Hauterivien. V, Valangien. Pl, Purbeckien. Po, Portlandien, etc.

Tourne semble avoir chevauché sur le synclinal de Rochefort, ou bien encore, celui-ci paraît avoir été poussé au-dessous du premier. Il est, en effet, hors de

doute que le pli renfermant, à Baliset, de l'Albien et du Tertiaire, est le prolongement de l'un des synclinaux de la Combe-aux-Épines; or, *ce pli est comme arraché par décrochement* de l'alignement de ceux-ci (voir fig. 10, p. 288). C'est pour cette raison que, sur la carte, nous avons relié en pointillé les deux contacts anormaux, bien qu'ils soient situés sur les bords opposés du même synclinal. Ils se compensent en tout cas, et l'on doit même admettre que c'est bien le synclinal qui a joué contre l'anticlinal chevauchant, puisqu'il forme comme un *enfoncement* dans le flanc de celui-ci.

Au-dessous de Chambrelieu, où le Hauterivien et l'Urgonien viennent se superposer au Valangien de Chassagne, le plongement régulier des bancs est subitement interrompu par un pli monoclinale très net. La fig. 12 rend compte de cet accident.

Synclinal Rochefort-Enuilons. — Bien qu'il soit complètement recouvert entre le Chable de l'Eau et le Plan, sa continuité est hors de doute et la liaison directe des synclinaux du Val-de-Ruz et du Val-de-Travers est ainsi positivement établie.

Dans les profils 1 et 2 (pl. I), le fond du synclinal est figuré avec une courbure simple. On peut cependant considérer comme probable qu'il est compliqué de replis comme à la Combe-aux-Épines (pl. I, fig. 3 et fig. 9 et 12); les profils des pl. IV et V tiennent compte de cette interprétation. Celle-ci est encore corroborée par la singulière disposition des couches néocomiennes en amont de Combe-Garot, où, peu après la trace du pli-faille, qui met presque en contact le Kimeridgien et l'Urgonien inférieur, on ne distingue pas moins de quatre anticlinaux et quatre

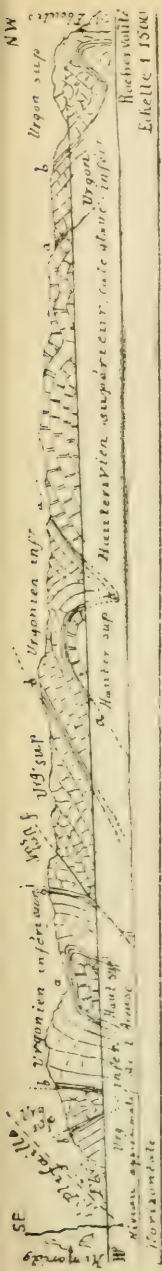


Fig. 13. — Replis du Néocomien le long du chemin en amont de Combo-Garot.

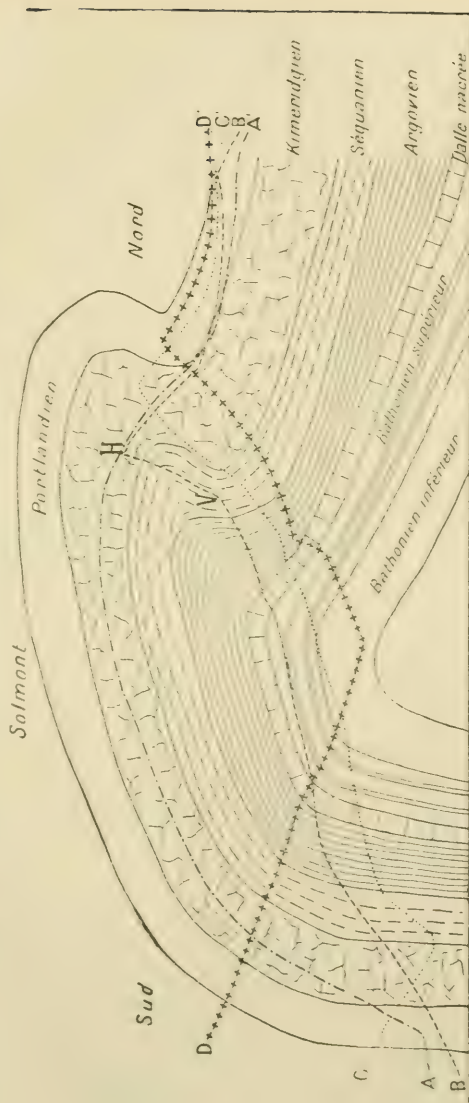


Fig. 14. — Coupe sommaire de l'anticlinal du Solmont, avec quatre profils d'érosion.

AA', Profil par la Tourne, l'Aréoleau et le Roc coupé.

BB', Profil par Solmont, Prépuget et Champ-du-Moulin dessus.

CC', Profil par Solmont (1254 m.), Brot-dessous et les Placets bourguignons.

DD', Profil par Solmont (1145 m.), le Fureil et la Petite-Joux.

synclinaux, dont un avec petit pli-faille; ils sont discernables grâce à la présence de deux couches marneuses avec *Rhyuchonella lata*, *a* et *b*, à la base et au sommet de l'Urgonien inférieur. Il est évident qu'au N.W. du Rocher voûté doit se retrouver un cinquième synclinal. Les bancs sont fortement écrasés, les marnes laminées et le tout parcouru d'innombrables plans de glissement. (Voir fig. 13.)

Anticlinal Solmont-Tourne. — Cet anticlinal suit le fond de la plaine d'alluvion de Noiraigue, qui est creusée exactement sur son emplacement. L'axe du pli s'élève graduellement dans la direction N.E.; on voit d'abord surgir la Dalle nacrée en forme de demi-coupole avec plongement périversal dans trois directions. Elle constitue la colline du Mont au N.E. de Noiraigue. Bientôt apparaissent, sous la Dalle nacrée, les marnes du Furcil, puis la Grande Oolite, dont l'affleurement ne dépasse pas beaucoup le village de Brot-dessous. Cet anticlinal, grâce aux variations de son profil transversal et aux caprices de l'érosion qui entame plus ou moins son noyau, prend des aspects orographiques fort différents. Le croquis de la fig. 14 est destiné à rendre compte de ces variations, dont on saisira encore mieux les raisons en comparant la figure avec celles des pl. I et IV.

Près de Fretereules, la Dalle nacrée, qui venait de se refermer sur la Marne du Furcil, tend à être recouverte par le Spongilien, qui forme une large plaque au-dessous de Brayon, sur le segment de plan incliné que dessine ici le dos de l'anticlinal. Mais bientôt la Dalle nacrée reprend en largeur, et à Prépunel elle laisse percer, par une boutonnière de 600 m. de long, la Marne du Furcil entourée d'éboulis, sauf

au N.W., où se montre une corniche de Dalle nacrée, surmontée de Spongilien. Au N.E., la Dalle nacrée s'enfonce dans le sens de l'axe de la chaîne, comme c'est le cas près de Noiraigue.

Dans le voisinage de Brot, le noyau bathonien de l'anticlinal est compliqué d'un *accident tectonique* des plus singuliers, dont l'importance serait insoupçonnable, sans les exploitations souterraines du Furcil. Il y a longtemps que nous connaissions la présence d'une lame de *Calcaire roux bathonien*, disloquée et laminée, au Furcil, près de l'entrée des galeries. Nous attribuions sa présence à une petite faille avec *chavachement latéral*, ayant poussé le flanc redressé de la voûte contre l'anticlinal déjeté et affaissé sur lui-même. Le rejet ne paraissait pas considérable. (Voir profils 2 et 3, pl. IV et V.) Or, en procédant à un relevé détaillé des souterrains du Furcil, l'un de nous fut frappé de voir que *les galeries d'allongement qui se prolongent derrière les bancs de la Grande Oolite, s'éloignent de la rivière, tout en restant dans des couches plongeant au S.E., c'est-à-dire contre l'Arcuse. Donc, les bancs de Marnes du Furcil forment, dans la direction de Brot (N.E.), un anticlinal, dont le flanc S.E. est recouvert par une plaque de Grande Oolite.* (Voir fig. VI.) Il en résulte que la Grande Oolite, visible le long de la voie, entre le pont de la Baleine et le Plan-de-l'Eau, et que nous avions considérée comme formant le noyau de la voûte, n'est, en réalité, qu'une *plaque chavachée* sur les Marnes du Furcil, lesquelles contourment le véritable anticlinal. Cela ne change pas notablement le dessin des limites sur la carte, au moins dans la région du Furcil, où il n'y aurait qu'à ajouter la trace du pli-faille entre la Grande Oolite et

les Marnes du Fureil. Il nous paraissait toutefois utile de revoir les environs de Brot-dessous, où le dit chevauchement devait sans doute s'éteindre ou peut-être s'accroître. Or, quelle ne fut pas notre surprise en constatant que les calcaires qui affleurent au N.E. de la Gouilla sur Brot, près du carrefour de plusieurs chemins de dévestiture, et que nous avions pris, à cause de leur aspect, pour le prolongement du Séquanien visible au N.E. et au S.W., *appartiennent à une vaste plaque qui descend jusque tout près de la route, où elle vient manifestement se superposer aux Couches de Brot*. C'est donc une plaque de Grande Oolite et de Couches de Brot qui, sur une largeur de près de 300 m., chevauche sur l'anticlinal de Solmont. Elle s'élève comme une langue triangulaire dans le bois de Chantemerle, ayant à peine 700 m. de base, car au S.W. de Brot et au N.E. du contour de la route, le long du tracé de la conduite ascensionnelle des eaux de la Chaux-de-Fonds, la situation *est absolument normale*. Dans le ravin que parcourt cette conduite on voit fort distinctement la corniche de la plaque de chevauchement passer *sur les Marnes du Fureil, la Dalle macrée, le Spongilien et l'Argorien, et venir buter contre le Séquanien*. (Voir fig. 5, p. 211.) Un peu au N. de la lettre *e* du mot Chantemerle, on voit, à quelques mètres près, cette plaque de Grande Oolite toucher par sa surface inférieure à la tête des couches de la Dalle macrée, plongeant au N.W. Plus haut, sur le chemin conduisant à Montauban, on passe du Spongilien à la Grande Oolite recouvrante. Celle-ci se termine même par une zone presque horizontale. Au S.W., aux approches du village de Brot, on voit nettement le Calcaire roux du Bathonien se superposer à la plaque

chevauchée pour s'enfoncer lui-même sous les Marnes du Furcil affleurant au Sud et à l'Est du village. Ces marnes font partie de la zone qui aboutit à l'Areuse au Plan-de-l'Eau et non de celle du Revers du Furcil qui passe sous la Grande Oolite chevauchée.

Cette disposition, représentée dans les fig. 5 et 15 et le profil 1, pl. IV, paraît si étrange que nous avons eu de la peine à nous rendre à l'évidence. Mais la situation est trop nette pour qu'il soit possible de douter. Plus au N.E., tout paraît de nouveau normal; la plaque de chevauchement fait entièrement défaut (profil 2, pl. I); il est possible, néanmoins, que la fissure persiste encore sur une certaine longueur. Sur toute la surface comprise entre Brayon et la carrière ouverte près du contour convexe de la route, la continuité de la Dalle nacrée est indubitable.

Ce chevauchement ne peut s'expliquer que *par un affaissement de l'anticlinal, coïncidant avec le plongement rapide de l'axe dans la direction de Noiraigue*. Il y a sans doute relation entre cet affaissement et les petites failles en gradins dont la trace s'observe dans la galerie la plus septentrionale des exploitations du Furcil, laquelle longe un véritable étranglement des couches. (Voir fig. 6 et pl. IV et V.)

Signalons encore le *décrochement vertical* qui passe entre Combe-Varin et le Haut-de-la-Côte. Il aboutit au N.W. de Noiraigue, faisant butter le Séquanien

¹ Cette structure ressemble beaucoup à celle des chevauchements singuliers décrits par M. Mühlberg dans les cluses de Mümliswyl et d'Ensingen, dans le Jura soleurois (*Eclogæ* III, 1893, pl. X, prof. 7 et 8). La situation serait même identique si, au lieu d'attribuer le mouvement chevauchant au flanc S.E. des anticlinaux, on admettait un affaissement du flanc N.W., soit du flanc recouvert. Cette hypothèse revient presque à l'opinion récemment émise par M. Steinmann. (*Centralbl. f. Min. Geol.*, etc., 1902, 481-488.)

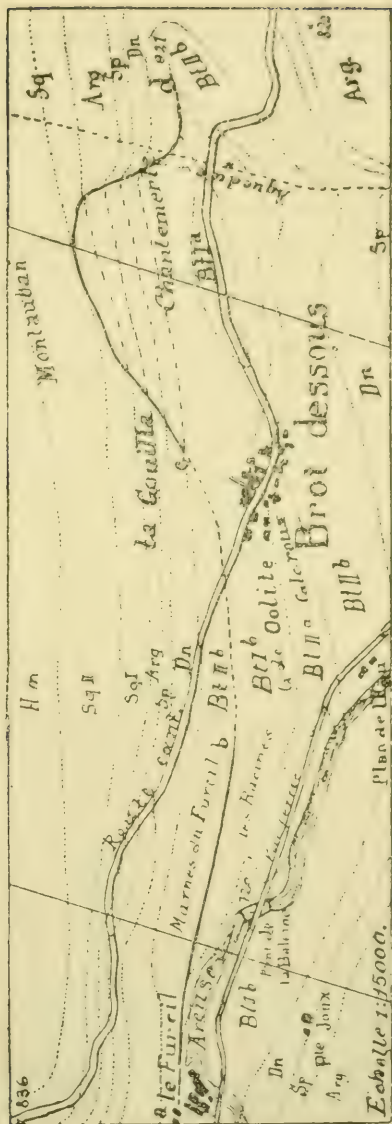


Fig. 15. — Groupes du chevauchement entre le Furcil et Broi-dessous. (Complétant et rectifiant la carte géologique.)

LÉGENDE: Km, Kimeridgien.

Sq 1, 2, Séquanien supérieur et inférieur.

Arg, Argovien supérieur.

Sp, » inférieur (Spongilien).

Dn, Dalle nuancée (Callovien).

Bllb, Marnes du Furcil.

Bll, Calcaire roux marneux, » Bathonien sup.

Bll, Grande Oolite.

Bll 1a, Couches de Brot (et sommet du Bajocien), » Bathonien inf.

a ————— b ————— c ————— d ————— l'arcours du contact anormal par

chevauchement (-----) supposés.

Limites des terrains (sans les dépôts morainiques et d'éboulis).

----- Limites des terrains recouverts par la plaque chevauchée du Bathonien

contre l'Argovien, tandis que sur la route des Ponts on voit distinctement le contact du Kimeridgien avec les trois étages du Néocomien. Cette faille est sans doute aussi en relation avec l'affaissement de la voûte de Solmont dont nous venons de parler. *Elle détermine également le point d'émergence des eaux souterraines de la Noiraigue.* (Voir la carte géologique.)

B. Orographie.

Tandis que le Val-de-Travers est une vallée synclinale typique, la région des Gorges de l'Areuse présente une configuration bien différente. Le cours de la rivière y est des plus capricieux et la situation du sillon d'érosion au point de vue tectonique mérite une attention spéciale.

Les Gorges de l'Areuse commencent réellement au Vanel. En effet, rétablissons par la pensée la situation telle qu'elle était avant l'époque glaciaire. L'Areuse quittait le vallon synclinal entre le Vanel et le Crêt-de-l'Anneau, et s'introduisait dans une gorge au fond étroit, dominée par des rochers à pic. La déclivité du sillon jusqu'au lac devait être sensiblement uniforme, et les seuils du Saut-de-Brot et de la Verrière n'existaient pas.

Quelle est la cause qui fit sortir la rivière du synclinal pour l'introduire dans le cœur même de l'anticlinal de Malmont-la Tourne? C'est sans contredit le plongement subit de l'axe de cet anticlinal entre Noiraigue et le Crêt-Pellaton sur Travers. Cet enfoncement est en corrélation avec le soulèvement de l'axe synclinal entre Travers et les Œuillons. Il est résulté de cette double circonstance que le dos de l'anti-

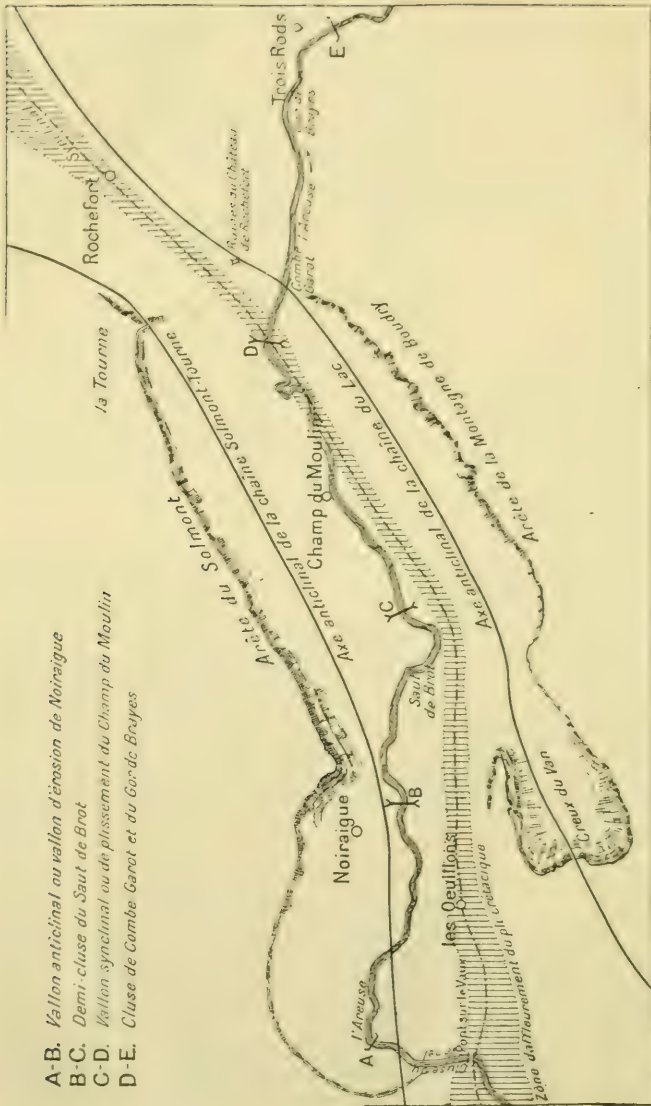


Fig. 16. — Divisions orographiques des Gorges de l'Arouse.

clinal, déjà entr'ouvert probablement par une fissure longitudinale, offrit à la rivière un passage plus facile que le thalweg du synclinal écrasé. Plus loin, le phénomène inverse se produit, le *synclinal s'enfonce vers le Champ-du-Moulin* et la rivière peut y rentrer momentanément avant de traverser la Chaîne du Lac.

La topographie et l'orographie de la région sont caractérisées par les faits suivants :

Du Vanel jusqu'à Noiraigue la plaine d'alluvion occupe une vallée anticlinale, comblée sur 50-70 m., de dépôts glaciaires et d'alluvions. Elle est creusée sur la voûte même de la chaîne du Solmont (voir fig. 17). Comme l'axe de ce pli tend à se relever dans la direction de Noiraigue, le sillon d'érosion et par suite l'Areuse pénètrent dans des couches de plus en plus anciennes.

Au Furcil, la rivière coupe la Dalle nacrée, puis les marnes à ciment (Bathonien supérieur). Entre le Pont-de-la-Baleine et le Plan-de-l'Eau, elle coule déjà un peu en dehors de l'axe anticlinal du Solmont. A partir de là, elle va se dégager des entrailles de la montagne et retraverser les assises du flanc nord du Solmont pour atteindre la vallée du Champ-du-Moulin. Entre le Furcil et l'issue du Saut-de-Brot, la rivière ne parcourt en vérité qu'une *demi-cluse*, puisqu'elle n'entaille que le versant sud de la chaîne: encore cette cluse devrait-elle se prolonger au travers du Portlandien et même dans le flanc du synclinal néocomien. Mais nous avons vu ce dernier se relever vers les Œuillons et dans la région du Saut-de-Brot, il domine la rivière de près de 100 m. Arrivée sur les couches kimeridgiennes, l'Areuse tourne brusquement à gauche et poursuit son cours sur cette assise, en

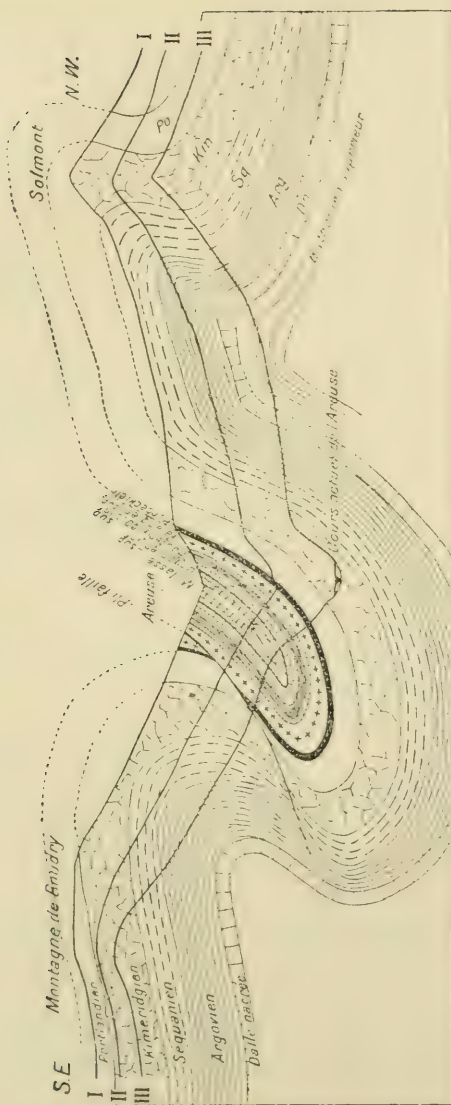


Fig. 18. — Profil géologique montrant comment l'Aureuse est sortie de la vallée synclinale du Champ-du-Moulin à mesure que l'érosion a progressé pour couler sur le Kimeridgien.

I, II, III. Profils successifs. — III, Profil actuel.

contrebas et au N. du synclinal qui l'aurait dû contenir et parallèlement à sa direction. Il en résulte que la dépression du Champ-du-Moulin est de fait une *vallée isoclinal*. Toutefois, le pli néocomien est si étroit et si rapproché du thalweg qu'on peut faire abstraction de cette irrégularité de structure et considérer *grosso modo* la vallée du Champ-du-Moulin comme un *synclinal*. Cette interprétation est d'autant plus admissible que si l'on reconstitue la situation primitive du cours de l'Areuse dans cette région, on voit qu'à l'origine la rivière a bien dû couler sur le *synclinal*. Mais celui-ci étant couché sur son flanc nord et l'érosion travaillant dans le sens vertical, la rivière, à mesure qu'elle s'enfonçait dans les couches érodées, s'est petit à petit éloignée de l'axe du pli néocomien. C'est ce que nous avons cherché à rendre intelligible par la fig. 18, où les traits forts marquent les profils successifs de la vallée.

Un peu en aval de l'usine des Molliats, l'Areuse passe sur le Portlandien qui forme le sous-sol rocheux de la vallée jusqu'à Cuchemanteau.

La région de la Verrière mérite un instant d'attention. Nous savons que l'Areuse coulait jadis au N. du rocher de Cuchemanteau. Mais le passage s'étant comblé de moraines, puis de matériaux éboulés, la rivière fut rejetée dans le synclinal néocomien et y creusa son lit de plus en plus, à mesure que s'usait le seuil rocheux sur lequel est jetée la passerelle de Cuchemanteau. Dans toute l'étendue des Gorges, c'est le seul endroit où l'Areuse ait pu rentrer, et pour un instant seulement, dans le chenal crétacique et tertiaire qu'elle avait abandonné au Vanel; encore le fait est-il purement accidentel. A 300 m. plus bas, la

rivière repasse dans son ancien lit préglaciaire par une seconde cluse en miniature. Au-dessous du pont de la Verrière, elle coulait, tout récemment encore, dans la combe purbeckienne; le barrage artificiel, construit par la compagnie du chemin de fer, l'a rejetée sur les couches portlandiennes redressées du flanc sud du Solmont et elle franchit ce seuil rocheux par un saut de 6 à 7 m. Plus bas, elle revient empiéter sur le Valangien, formant l'extrême bord du repli crétacique (profil 2, pl. I); après le contour de la Roche-Jaune, elle entre en cluse, coupe un peu obliquement toutes les assises néocomiennes et, finalement, s'engage à Combe-Garot dans la grande coupure qui pourfend normalement, et de part en part, les assises de la Chaîne du Lac. Cette formidable brèche entaille d'abord le Kimeridgien et le Séquanien, d'épaisseur réduite, mais qui saillent néanmoins en robustes contreforts verticaux; au point où git l'usine, elle frôle la voûte argovienne, qui n'est masquée que par une faible épaisseur d'alluvions et d'éboulis; plus bas, elle recoupe dans l'ordre inverse le Séquanien, le Kimeridgien, le Portlandien du flanc sud, et finalement, du pont de Vert au Gor-du-Communal, toute la série néocomienne du Vignoble et la bordure tertiaire et fluvio-glaciaire de Boudry-Cortailod. (Voir fig. 12.)

En résumé, l'Areuse parcourt, sur le territoire de la carte au 1 : 15 000, quatre régions distinctes, qui sont :

1^o De *Rosières au Furcil* (2^{km},5), un vallon anticlinal entièrement creusé dans la voûte du Solmont par les érosions de l'Areuse;

2^e Du *Furcil* à *l'issur du Saut-de-Brot* (1^{km}.5), une demi-cluse coupant obliquement le flanc sud du Solmont, mais jusqu'au Kimeridgien seulement, sur lequel l'Areuse continue ensuite à couler;

3^e Du *Saut-de-Brot* à *Combe-Garot* (3^{km}.5), un vallon de plissement, sous cette réserve que le thalweg s'y maintient à un niveau un peu inférieur à celui du synclinal néocomien et dans des bancs isoclinaux:

4^e De *Combe-Garot* à *Trois-Rods* (3 km.), une cluse imposante et présentant à un haut degré le caractère pittoresque de ces formations. La fig. 16 représente la situation de ces quatre sections orographiques distinctes.

Tandis que dans le bassin de Noiraigue, tous les bancs rocheux affleurent horizontalement par leurs têtes, dans le fond de la vallée du Champ-du-Moulin on n'observe au contraire que des couches invariablement redressées, exposant aux regards leurs dos aplanis. Le contraste est frappant; il résulte précisément de la structure si différente de ces deux cuvettes qui ne sont cependant séparées que par une distance d'à peine deux kilomètres. La cluse de Combe-Garot jusqu'à Boudry offre un troisième type, celui du canyon ou gorge proprement dite.

Comprise entre deux chaînes élevées, la vallée géologique est partout très étroite. L'intensité des plissements implique un état de dislocation qui a favorisé l'œuvre des agents d'ablation. Les courbes pointillées des profils 1, 2 et 3 (Pl. I) ne donnent qu'une idée incomplète du cube formidable des matériaux disparus, puisqu'elles indiquent seulement l'ancien niveau du Portlandien, et qu'il faut encore se représenter, superposés à cet étage, le Purbeckien et tout le Néocomien.

Parmi les effets dus à ce démantèlement incessant, aucun ne frappe davantage que l'immense excavation du Creux-du-Van. Il convient donc de s'y arrêter un instant. Dans le cas particulier, il est assez facile de se figurer la marche de l'érosion. Elle fut pour ainsi dire amorcée par l'Areuse. Avant l'époque glaciaire, celle-ci s'approchait bien davantage du pied du Dos-d'Ane. Si l'on creusait un puits vertical à Derrière-Chéseaux, on atteindrait l'ancien lit. Dans ces conditions, la rivière a dû saper les escarpements contre lesquels elle venait buter et y provoquer de fortes ravines aujourd'hui comblées de moraines et d'éboulis. Ces excavations entamèrent finalement l'étage argovien qui forme le sous-sol de la ferme Robert; les argiles et les calcaires marneux peu résistants de ces couches furent attaqués d'autant plus rapidement que leur inclinaison fit converger toutes les eaux d'infiltration vers cette première brèche. A mesure que celle-ci s'agrandissait, les assises calcaires superposées à l'étage argileux, manquant d'appui, s'effondrèrent peu à peu, et comme la voûte argovienne est ici très large et presque plane, l'érosion a progressé en rayonnant de la façon la plus régulière; de là l'amphithéâtre si parlait du Creux-du-Van. Tous les cirques du Jura ressemblent d'ailleurs à un cratère égueulé et tournent leur concavité vers le N.E. Cette remarque ne souffre que très peu d'exceptions et tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle les glaciers jurassiens, dont ces hémicycles ont logé les derniers vestiges, contribuèrent aussi à leur valoir cette structure caractéristique.

Le Creux-du-Van s'est donc formé sans bouleversement; il est le résultat de ces actions dissolvantes

et désagréantes qu'on désigne dans leur ensemble sous le nom d'érosion et qui, à la longue, peuvent triompher des plus fortes saillies du relief terrestre.

C. Eboulements et glissements de terrain.

A. PRÉHISTORIQUES

Deux localités sont extrêmement intéressantes sous ce rapport; ce sont la combe de la Verrière et la région du Saut-de-Brot. La carte géologique fait ressortir avec évidence que la rivière ne suit plus, entre le Champ-du-Moulin et la Verrière, son ancien lit préglaciaire, mais qu'elle a été rejetée au S.E. et forcée de contourner la colline de Cuchemanteau. Entre Noiraigue et le Saut-de-Brot, nous voyons également l'Areuse détournée de son lit primitif.

La Verrière. — Sur une vaste surface occupée par le hameau du Champ-du-Moulin-dessus, le remplissage morainique est recouvert d'un dépôt d'éboulement formé presque exclusivement de Dalle nacrée et provenant sans aucun doute de la combe de Prépunel, où cette roche formait une plaque inclinée de 30-35° au S.E., passant brusquement plus bas à la verticale. La courbure en genou une fois érodée par l'usure glaciaire, la Dalle nacrée n'eut plus guère comme point d'appui que le flanc du glacier. L'éboulement a donc pu se produire dès l'époque du retrait. La fig. 14 permet facilement de se rendre compte de la façon dont cette plaque de Dalle nacrée, privée de son pied, a glissé tout d'une pièce au-dessus de la ligne B... V.

Nous avons vu déjà qu'au moment du retrait du glacier du Val-de-Travers, le sillon d'érosion primitif était uniformément rempli de moraine jusqu'à une certaine hauteur et présentait une déclivité assez constante. L'Areuse n'avait donc qu'à débayer ces matériaux pour reprendre son ancien cours.

L'éboulement de Prépunel, tombé au début même de ce travail de régénération de la vallée, a *protégé la portion du remplissage compris entre le rocher de Cuchemanteau et le Champ-du-Moulin-dessus, et rejeté la rivière contre le flanc de la Montagne-de-Boudry*. On voit sans peine que le Champ-du-Moulin, en amont de ce point, est une vallée *ancienne* comblée d'alluvions et que le méandre de Cuchemanteau, avec ses glissements et les ravines des Lanvoennes, occupe, en revanche, une *vallée de creusement récent*. Plus bas, sous le Saut-de-la-Verrière, la rivière retrouve son ancien sillon. L'éboulement de Prépunel n'a été que la *cause indirecte* de la formation d'un lac temporaire au Champ-du-Moulin, et nous savons qu'il faut attribuer celui-ci à un glissement du coteau des Lanvoennes. Avant son inondation, le Champ-du-Moulin avait été débayer de 35 à 40 m. de remplissage glaciaire.

Saut-de-Brot. — La dérivation de l'Areuse entre Noiraigue et le Saut-de-Brot est due à une cause identique, soit à la présence du champ morainique et d'éboulement du Creux-du-Van. Nous nous représentons ce qui a dû se passer de la manière suivante:

Après le retrait du glacier du Rhône, qui avait abandonné sur tout le Val-de-Travers une moraine de fond le comblant jusqu'à l'altitude d'environ 800 m., la rivière a commencé à divaguer dans ces terrains

meubles et les a peu à peu déblayés. Dans la région du Furcil, gênée par les moraines du glacier du Creux-du-Van, elle n'a pu trouver passage qu'en restant pour ainsi dire appliquée contre les escarpements du nord, où elle s'est alors creusé un sillon étroit et profond qui a fini par créer dans les matériaux de la rive droite une falaise analogue à celle que nous observons aujourd'hui vis-à-vis de l'usine du Plan-de-l'Eau, mais bien plus élevée. Toute la masse mouvante de la rive droite, formée de moraine alpine surchargée de détritrus jurassiques, sapée à la base, s'est, à un moment donné, mise en mouvement: elle a glissé vers le sillon et l'a comblé en formant une digue qui a retenu les eaux jusqu'à 80 m. au-dessus du niveau actuel. Ainsi a pris naissance le lac du Val-de-Travers, dont la disparition graduelle n'a été consommée qu'à l'époque où le lit de l'Areuse, en se réapprofondissant, a pu reprendre un niveau voisin de celui d'aujourd'hui. Les glissements actuels et ceux qu'a signalés le Dr Vouga¹ ne sont que la répercussion de ceux d'autrefois.

Le principe qui admet que le phénomène des glissements de terrain se répète et que là où aujourd'hui nous les voyons en jeu il doit s'en être produit d'autres, même plus importants, nous paraît d'une logique incontestable. Ce qui se passe sous nos yeux aux Lanvoennes et en amont du Saut-de-Brot, nous révèle clairement l'origine des barrages qui, jadis, ont créé un petit lac au Champ-du-Moulin et un autre, d'une ampleur très respectable, au Val-de-Travers.

¹ *Bull. neuch.*, VIII, 1868, p. 122.

B. RÉCENTS

Le rocher de la *Clusette* a été le siège de plusieurs éboulements en 1818, 1896-1898 et en 1901¹, ces derniers causés par l'effondrement des plafonds des exploitations souterraines de la pierre à ciment. En 1901, la *Roche-Taillée* s'est affaissée en bloc sans cependant produire de grands dommages.

Dans le coteau de la *Petite-Joux* et des *Loges*, au point même où s'est produit le glissement préhistorique des amas morainiques du Creux-du-Van, les érosions récentes ont si fortement corrodé les dépôts d'argile glaciaire que des glissements s'y répètent incessamment.

Il en est de même sur la rive gauche, près de la *Rugesse*, sous la gare du Champ-du-Moulin.

Le plus grand glissement est celui du pied des *Lumvoennes*, qui se poursuit depuis 1896. Les marnes tertiaires, coupées à leur pied par l'érosion, sont descendues d'abord en masse, puis par lames successives. Le glissement de 1896 a entraîné plus de 250 000 m³.

Des glissements non moins désastreux, dus également aux affouillements de la rivière, se sont produits à la *Combe de la Verrière*. Ils avaient fini par disloquer le tunnel du chemin de fer, qui ne put être consolidé que par des travaux de drainage fort coûteux et par l'endiguement de la rivière, comme on l'a vu plus haut. M. le Dr Vouga² a décrit ces perturbations, dont le danger s'est manifesté déjà avant 1868.

¹ Pour les détails, voir *Mélanges géol.* II, *Bull. neuch.*, 1900-1901.

² *Bull. neuch.*, VIII, 1868, p. 122.

Au-dessus de l'entrée de la *Grotte de Vert*, on constate qu'une masse de calcaire valangien (Marbre bâlard) s'est affaissée très anciennement en écrasant le Purbeckien, à moins que la réduction d'épaisseur de ce terrain, en ce lieu, ne soit imputable à des érosions antérieures (fig. 19).

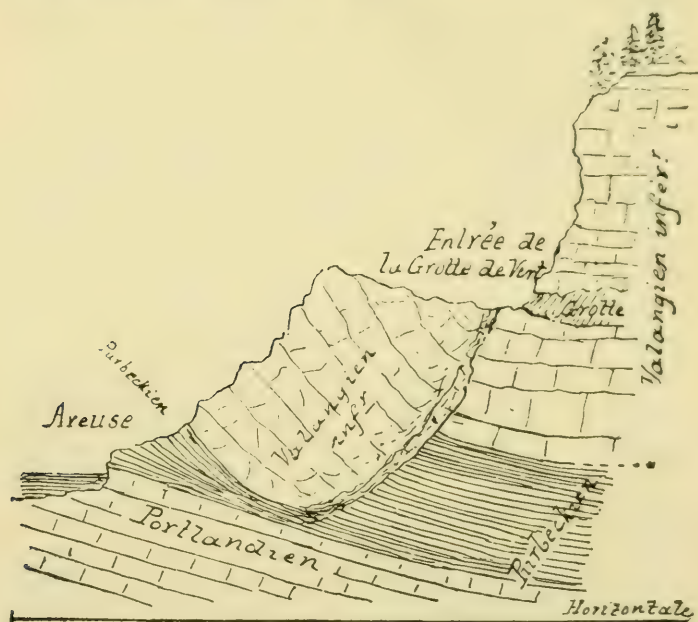


Fig. 19. — Affaissement d'une corniche de Valangien inférieur au Pont de Vert. (Rive gauche de l'Areuse.)

Des glissements de moraine et de Marne hauterivienne délitée ont lieu à la *Prise-de-Pierre* et en amont de l'usine des *Clées*.

Un phénomène remarquable et des plus étendus consiste dans le glissement lent de toute la masse du Hauterivien supérieur et de l'Urgonien située entre

Trois-Rods et *Chambrelieu*, sur près de 1500 m. de longueur et sur 200-500 m. de largeur. La plaque de plus de 10 000 000 de m³ se déplace lentement vers la rivière dans le sens du plongement des couches. De profondes crevasses, transversales au mouvement, sont visibles dans la forêt en amont et en aval du chemin de fer, aux Buges et sous Biolley. Au-dessous de l'endroit dit les Cheminées (à cause des crevasses béantes), on constate des massifs échelonnés de Pierre jaune qui se suivent par gradins. L'une des plaques est couverte d'un amas morainique. Tout près du thalweg, à 100 m. en aval de l'usine des Clées, une grosse masse de rocher forme comme un ilot discordant sur la Marne hauterivienne qui affleure au niveau de la rivière. Le mouvement est certainement fort lent, puisqu'on n'a pas craint de faire passer la voie ferrée au milieu de cette zone disloquée.

D. Hydrographie et sources.

L'Areuse qui draine toute la région comprise entre les deux anticlinaux dès le vallon de Noirvaux et celui de Saint-Sulpice, n'a que peu d'affluents superficiels. Dans la région des gorges, ce genre de tributaire fait absolument défaut. Aucun ruisseau permanent ne vient augmenter le débit de la rivière. Celle-ci reçoit et recevait cependant d'importants affluents sous formes de sources, dont le plus grand nombre sont aujourd'hui détournées et captées pour servir à l'alimentation des principales localités du canton de Neuchâtel. Le régime de la rivière ne s'en est pas senti avantagement, pas plus que l'industrie qui tire profit des forces motrices créées en série continue de

Noiraigue jusqu'à Boudry. L'étiage de la rivière a notablement diminué, car c'est près de 400 litres-seconde qui lui font défaut; il peut actuellement tomber à 1200 litres-seconde. En hautes eaux, par contre, l'appoint des sources captées est négligeable, puisque le débit de la rivière peut dépasser 200 m³ à la seconde.

Ce régime est dû au fait que les deux chaînes encadrant les gorges présentent des surfaces calcaires très perméables. L'Areuse, coupant les bancs sur leur plongement vers la profondeur, fonctionne littéralement comme un drain, ou comme une saignée qui recueille les eaux souterraines jaillissant presque au niveau du thalweg. D'autres émergent sur les flancs moyens et supérieurs des deux chaînes. En voici la brève énumération.

Ces sources peuvent se diviser en six groupes :

I. SOURCES D'ÉBOULIS. — Eaux collectées sous les éboulis recouvrant la marne argovienne et la moraine argileuse qui en dépend; ce sont en partie aussi des filons sortant sous les éboulis à la base du Séquanien; ainsi le prouve la grande source temporaire qui jaillit au sommet du Chable-de-l'Eau. Les principales sont :

1. Fontaine froide du Creux-du-Van. 1148 m.
T = 3°8-4°, V = 60 l. m.¹.

2. Source du Chable-de-l'Eau. 1100 m.

3. Sources de Trey mont (5 sources). 900-950 m.
T = 5-6°. V = 500 l. m.

4. Sources de la Gouilla et de Brayon.

¹ T = température en degrés centigrades; V = volume en litres par minute (l. m.).

II. SOURCES DE MORAINES. — Eaux sortant partiellement du terrain rocheux, mais s'écoulant sur et à travers la moraine, souvent sous une couverture d'éboulis. Ce sont :

1. Sources de la Rugesse (2 sources). 650-660 m. $T = 8^{\circ}$. $V = 100$ l. m.

2. Source de la Verrière (*pro parte*). 640 m. $T = 8^{\circ}$. $V = 500$ m. (?)

3. Sources de Cortailod (Perreux). 525 m. $T = 6^{\circ}$ -8. $V = 120$ l. m.

4. Source de la Prise-de-Pierre. 550 m. $T = 8$ -9°. $V = 50$ l. m.

5. Petite source sur Chambrelieu. 760 m. $T = 5^{\circ}$ -6. $V = 2$ l. m.

Diverses petites sources sur Rochefort. (Combe Léonard.)

III. SOURCES TERTIAIRES ET D'ALBIEN. — Eaux retenues par les argiles tertiaires et de l'Albien.

1. Source des Œuillons. 1000 m. $T = 5^{\circ}$ 6 $V = 15$ l. m.

2. Source de Baliset. 890 m. $T = 9^{\circ}$. $V = 30 - 40$ l. m.

IV. SOURCES DE REMPLISSAGE GLACIAIRE ET D'ALLUVIONS. — Collectées dans un tronçon du lit comblé de moraine et d'alluvions, abandonné par la rivière. Elles jaillissent au point où celle-ci rentre, en formant une chute, dans son ancien lit.

1. Sources des Places bourgeoises. $T = 8^{\circ}$ -9°. $V = 4000$ l. m.

2. Sources de la Verrière (*pro parte*). 572 m. $T = 8^{\circ}$. $V = 2000$ l. m.

3. Source du Forestier. 566 m. $T=8^{\circ},2$. $V=2000$ l. m.

V. SOURCES DE DÉBORDEMENT. — Calcaires imprégnés d'eau débordant par le défaut d'une couche marneuse.

a. Du Bathonien (Grande Oolite).

1. Sources de la Baleine au Plan-de-l'Eau. 700 m. $T=10^{\circ},42$. $V=600$ l. m.

b. De la Dalle sacrée.

2. Source des Molliats. 690 m. $T=8^{\circ},7$. $V=1000$ l. m.

c. Du Malm.

3. Sources du Saut-de-Brot, 640 m. Captées par une galerie traversant le Malm de part en part. $T=8^{\circ},8$ à $9^{\circ},2$. $V=2500$ l. m.

4. Sources de Combe-Garot. 540-530 m. Sortant des deux massifs du Malm, de part et d'autre de l'anticlinal et sur les deux bords de la rivière. La source d'amont, rive droite, seule est captée. Les deux autres du flanc S.E., rive droite et rive gauche, ne le sont pas encore. $T=7-8^{\circ}$. $V=4000$ l. m.

5. Sources du Saut-de-la-Verrière, entrant dans la galerie d'adduction. 560 m.

d. Du Néocomien (Valangien, Pierre jaune, Urgonien).

6. Source de la Chevalière (Fontaine-à-Crapaude sur Perreux). 560 m. Jadis temporaire, jaillissant par un puits vertical. Captée au moyen d'une galerie de 70 m. de longueur, à 15 m. au-dessous de son ancien orifice. $T=9^{\circ},2$. Volume minimum = 25 l. m.

7. Source temporaire du Pré-Batterand. 760 m. $T=6^{\circ},4$.

Ces sources sont, en réalité, des sources vauchusiennes en petit; si nous ne leur attribuons pas ce titre, c'est qu'elles ne présentent pas la variabilité extrême de celles-ci, ni leur défaut complet de filtration, bien qu'elles ne soient pas absolument à l'abri de l'influence des eaux superficielles, ainsi que le prouve la variation du nombre des bactéries en relation avec les changements du débit.

VI. SOURCES VAUCHUSIENNES. — *La Source de la Noiraigue* est une source vauchusienne typique. A l'étiage sa couleur est jaune d'ambre; elle est plus foncée aux époques de crues, grâce aux eaux tourbeuses qu'elle reçoit directement par les innombrables emposieux de la vallée des Ponts et de la Sagne. Elle est en effet l'émissaire d'un vaste réseau de canaux souterrains contenant dans la profondeur une réserve d'eau dont le niveau ne doit pas être bien élevé au-dessus du seuil du déversoir.

La température est de 6 à 7°; le volume oscille entre 500 et 5000 litres-seconde environ.

La Noiraigue, malgré son cours apparent de 700 m. seulement, reçoit trois affluents: 1° le ruisseau des Epinettes, dont l'eau n'est pas colorée et qui ne tarit jamais; 2° la Libarde aussi fortement colorée que la Noiraigue et tarissant parfois; 3° le Routenin, filet d'eau beaucoup moins teinté et capté pour l'alimentation d'une fontaine.

Les emposieux de la vallée des Ponts sont alignés au pied des coteaux qui bordent le marais tourbeux. Ils correspondent à un système de fractures affectant les étages du Néocomien et du Malm supérieur, dans la charnière du pli formé par ces couches, au moment où elles se relèvent sur les flancs de la vallée. Le

plus important est celui du Voisinage, situé à 4 km. à l'W. des Ponts; c'est là que viennent se déverser, après leur réunion, les deux Bieds qui coulent à la rencontre l'un de l'autre dans l'axe de la vallée. Même en temps de sécheresse, l'emposieu du Voisinage recueille toujours une certaine quantité d'eau, tandis que les autres tarissent. Malgré cela, le volume d'eau qu'il reçoit ne dépasse pas la vingt-cinquième partie de celui qui réapparaît à Noiraigue.

En 1864 déjà, Desor avait tenté de déterminer la durée du trajet souterrain des eaux de la Noiraigue entre le Voisinage et la source, en recourant à la réaction de l'iode sur l'amidon. Le 30 septembre, à 5 h. du soir, il fit verser un fort volume d'empois d'amidon dans l'emposieu, puis descendit à Noiraigue pour essayer de reconnaître la présence de cette substance dans l'eau de la rivière¹.

Malgré le résultat très peu décisif de l'expérience, Desor crut pouvoir admettre que l'eau du Voisinage réapparaissait à Noiraigue après *huit heures* de parcours souterrain et ce résultat fut généralement considéré comme un fait acquis.

Or, des essais de même nature, tentés en 1900 par l'un de nous² à l'aide de la fluorescéine, démontrèrent que les eaux du lac des Taillères n'atteignent la source de l'Areuse à Saint-Sulpice, qu'après treize jours, pour un trajet souterrain de 6 km.

La distance du Voisinage à Noiraigue étant de 4 km., il devenait très probable que le résultat de Desor était erroné et que la coloration bleue, d'ailleurs extrêmement faible, qu'il avait cru observer, était le fait d'une

¹ *Bull. neuch.* VII, 1865, p. 37.

² M. Schardt.

illusion. Il était donc intéressant de reprendre cette expérience en utilisant la fluorescéine. Nous avons tenté en 1901 deux essais dont voici les résultats :

Premier essai. — Le 4 mai 1901, à 5 h. et demie du soir, deux kilogrammes de fluorescéine furent versés dans l'emposieu du Voisinage. Les eaux étaient hautes et la Noiraigue débitait environ 2500 litres-seconde. Dans les jours qui suivirent, quatre échantillons d'eau par vingt-quatre heures furent prélevés à la source. La coloration verte réapparut le 13 mai, à 5 h. du matin, et se maintint jusqu'au lendemain. Elle a donc mis *huit jours et demi* à passer du Voisinage à Noiraigue.

Deuxième essai. — Le 26 juillet 1901, à 5 h. du soir, cinq kilogrammes de fluorescéine furent de nouveau versés dans l'emposieu du Voisinage. La Noiraigue était à l'étiage, mais dans la semaine qui suivit, une série de violents orages firent enfler les cours d'eau à tel point que le jour où la coloration apparut, la Noiraigue débitait au moins 3000 litres sec. La fluorescéine se montra avec assez d'intensité pour être visible à l'œil nu le 2 août à 6 h. du matin et la coloration persista durant trente-six heures. Dans ce deuxième essai, l'eau a donc mis *six jours et demi* pour passer du Voisinage à Noiraigue.

Dans ces deux expériences la coloration à la source fut très faible, à tel point que, dans la première, la teinte verte ne fut reconnaissable que grâce à l'emploi du fluoroscope.

Ce résultat pourrait être dû à une action destructive de l'acide ulmique de la tourbe; il est toutefois plus probable qu'il faille l'attribuer à l'énorme volume

d'eau emmagasiné dans les canaux souterrains de la vallée.

Fait remarquable, des trois affluents la Libarde seule s'est colorée !

E. Les cavernes.

Il existe dans les Gorges de l'Areuse cinq cavernes dignes d'être signalées à divers titres, ce sont les suivantes, toutes situées sur la rive gauche de l'Areuse :

1. LA BAUME-DU-FOUR. — Elle s'ouvre à 300 m. en aval du Pont-de-Vert. C'est une vaste niche à voûte surbaissée, de 60 m. d'ouverture, sur 42 m. de hauteur à l'entrée. La profondeur n'atteint que 24 m. Elle est surtout intéressante par les nombreux débris préhistoriques qu'on y a déterrés. Ceux-ci consistent en objets de bronze, en nombreux fragments de poterie, et en une quantité d'ossements appartenant à trois squelettes humains et à divers animaux domestiques. Desor avait conclu de l'étude de ces vestiges que cette caverne pouvait avoir servi de lieu de culte, où l'on sacrifiait, à l'époque gauloise, c'est-à-dire au premier âge du fer¹.

Cette grotte est ouverte dans les bancs compacts du Valangien inférieur. Elle a pour origine un bombement local des assises et leur effondrement partiel, le soubassement purbeckien ayant été érodé par la rivière.

2. LA GROTTÉ DE VERT. — Elle porte aussi le nom de Grotte des Chauves-souris et s'ouvre dans le voisi-

¹ Desor, *La Baume-du-Four* (Musée neuchâtelois, 1871), voir en outre pour plus de détails sur les Cavernes : A. Dubois, *les Gorges-de-l'Areuse et le Creux-du-Van*, 1901.

nage immédiat du Pont-de-Vert, à une quarantaine de mètres au-dessus du niveau de la rivière. (Voir fig. 19). Elle comprend un réseau compliqué et assez difficilement accessible, dans toutes ses parties, de salles bouleversées, de couloirs, de puits verticaux qui se succèdent sur une longueur d'une centaine de mètres.

Elle communique avec l'extérieur par trois ouvertures au moins, et transperce de part en part l'éperon du Valangien inférieur que la rivière contourne en aval du Pont-de-Vert. L'une des ouvertures consiste en une cheminée impraticable qui débouche dans la forêt, directement au-dessus de la cavité principale.

Le massif valangien où cette grotte est située, est entièrement disloqué, ce qui tient aux affouillements de la rivière dans les couches moins résistantes du substratum. Les vides du massif rocheux ont été en outre agrandis par l'action des eaux souterraines.

3. LA GROTTÉ DU CHEMIN DE FER. — Desor l'a nommée aussi Grotte de Bourguet.

Elle s'ouvre sur la voie ferrée à 1 km. en amont de la guérite des Buges. Elle fut découverte en 1858, durant la construction de la ligne. Sans ces travaux son existence serait restée indéfiniment insoupçonnée. Elle a 80 m. de profondeur et parfois plus de 15 m. de hauteur. Le sol s'y élève rapidement en formant de puissants gradins sur lesquels on s'élève à l'aide d'escaliers taillés dans l'épaisse couche du tuf grumeleux qui tapisse toutes les surfaces de cette cavité.

Cette grotte s'ouvre dans les bancs puissants du Kimeridgien. Sa formation s'explique par une fissure préexistante que l'action dissolvante d'un filet d'eau souterrain aura peu à peu agrandie.

4. LA GROTTÉ DE COTTENCHER. — Elle s'ouvre sur le sentier de Chambrelieu au Champ-du-Moulin, à 800 m. à l'O. de la gare de Chambrelieu.

Elle consiste en une galerie de 25 m. de profondeur et serait à peine digne d'une mention sans les intéressantes trouvailles d'ossements de l'*Ursus spelaeus* qu'on y a faites.

La figure 20 représente la coupe longitudinale de cette grotte et la constitution du sol qui l'occupait, avant le bouleversement qu'y ont apporté des fouilles répétées à diverses reprises.

On a retiré de cette caverne plusieurs têtes complètes de l'ours des cavernes, d'autres os de ce même animal et surtout une quantité considérable de dents, en particulier d'énormes canines, bien conservées. Cette caverne s'ouvre aussi dans les bancs massifs du Kimeridgien; son origine est sans doute due aux mêmes causes que celles qui ont donné naissance à la grotte du Chemin de fer. Selon l'hypothèse de Desor, à laquelle nous souscrivons, le dépôt qui formait le sol de cette grotte ne peut s'expliquer qu'en admettant la formation d'un petit lac morainique sur le flanc du glacier. Il fournit une preuve de l'existence de l'ours des cavernes avant l'époque glaciaire.

5. LA GROTTÉ DES CHAUMES. — Difficile à atteindre, elle s'ouvre dans le massif kimeridgien qui domine la ferme de Prépunel à l'altitude de 1170 m. Sa longueur est de 65 m.; sa cavité principale a 30 m. de hauteur.

Géologiquement elle ne présente pas un très vif intérêt et doit sa formation aux mêmes causes que ci-dessus.

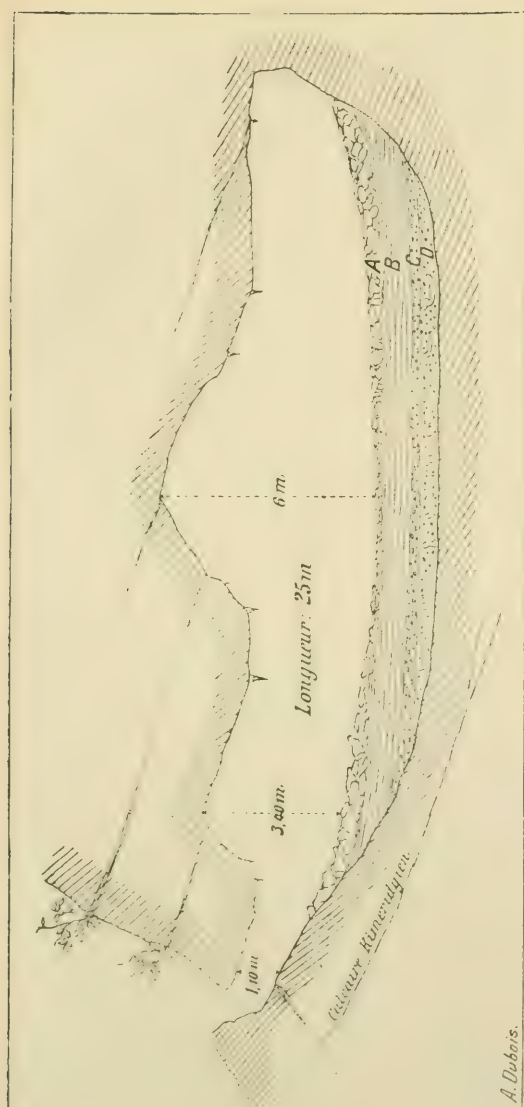


Fig. 20. — Grotte de Cottancher, coupe longitudinale.

- A. Couches de débris stalagmitiques.
- B. Limon calcaire blanc finement stratifié.
- C. Béton limoneux, avec galets jurassiques et rares galets alpins, renfermant encore quelques ossements.
- D. Béton limoneux, à galets jurassiques mélangés de quelques galets alpins et riche en ossements.

Itinéraire d'une excursion dans la région des Gorges de l'Areuse.

Nous rendrons peut-être service à quelques-uns de nos lecteurs en leur indiquant un itinéraire qui permette de visiter sans perte de temps les localités les plus intéressantes, au point de vue géologique, de la région que nous avons décrite. Il comporte deux journées d'excursions, bien remplies il est vrai, et suppose comme point de départ le Champ-du-Moulin, où l'on trouve de bons hôtels.

Première journée. — Du Champ-du-Moulin à Boudry et retour.

Monter à la gare et de là suivre la voie ferrée. A la Verrière, tunnel dans les éboulis et la moraine : coupe dans le Kimeridgien et le Portlandien. A la Combe-aux-Épines, coupe très intéressante dans le Néocomien. De la guérite gravir la Combe par le sentier du château de Rochefort et gagner la grand'route à Roc-coupé (Portlandien en dalles verticales). Visite aux ruines du château de Rochefort ; superbe coup d'œil orographique sur toute la région. Par le sentier du château, descendre à la gare de Chambrelieu : dans la forêt de Chassagne, revêtement de Valangien inférieur ; carrière dans ce niveau à la gare. De ce point rebrousser par le sentier Chambrelieu-Champ-du-Moulin (marqué par des traces bleues) jusqu'aux grottes du Chemin de fer et de Cottencher indiquées par des écriteaux. Descendre sur la voie ferrée et reprendre la direction de Boudry : belle coupe dans le Néocomien (Valangien inf. et sup., Hauterivien sup. et Urgonien) ; crevasses d'arrachement de la forêt des

Buges; plateau quaternaire de Trois-Rods : Tertiaire des falaises de Boudry. — Au retour par le sentier des Gorges-de-l'Areuse (indiqué par des traces rouges), on traverse tout le Tertiaire de Boudry, puis, dans le Gor-du-Communal, une coupe de l'Urgonien supérieur jusqu'au Valangien supérieur. Dans le canyon du Gor-de-Brayes, développement du Valangien inférieur. Baume-du-Four; Grotte-de-Vert. Au Pont-de-Vert, Purbeckien et Valangien affaissé. En amont, coupe dans le Malm. A Combe-Garot, combe argovienne, grandes sources. Au delà, Malm réduit, apparition du pli-faille et du synclinal néocomien avec coupe très compliquée. Gisement des blocs erratiques 2 à 6. A la Verrière et à Cuchemanteau, Mollasse tertiaire; dérivation de l'Areuse; grandes sources; belles coupes dans le Néocomien; ravines des Lanvoënnès. En amont, déblais de Marnes hautes-riviennes extraits des galeries de l'aqueduc de Combe-Garot.

Deuxième journée. — Du Champ-du-Moulin à Noiraigue, à Combe-Varin, au Creux-du-Van et retour.

Monter par le Champ-du-Moulin-dessus à Frete-reules, et suivre la route de la Clusette. Spongition fossilifère; contact avec la Dalle nacrée. Avant d'arriver à Brot, affleurement des Couches-de-Brot à Brachiopodes et des Couches à Polypiers; Grande Oolite; plaque chevauchée et faille du Furcil. A la Clusette, Spongition, Séquanien marneux, riche en fossiles. Descendre par le Mont sur le Furcil; Marnes du Furcil et Calcaires roux; sur la voie ferrée, en aval, Grande Oolite. De Noiraigue, monter par la Croix-d'Evion jusqu'à la route des Ponts, puis jusqu'au Haut de la Côte. Séquanien et Kimeridgien en contact par faille avec le Purbeckien; carrière dans le Valan-

gien inférieur, gisement de *Chama gracilicornis*, puis Hauterivien inférieur et supérieur. Redescendre à Noiraigue; monter aux Oeuillons. Synclinal néocomien. Gravier le Creux-du-Van par le sentier des Quatorze contours. Au Falconnaire, coup d'œil orographique superbe sur toute la contrée et particulièrement sur le cirque du Creux-du-Van. Redescendre par le sentier du Single à la Fontaine froide et à la Ferme Robert. Argovien très développé, pointement de Dalle macrée. Champ morainique du Creux-du-Van. Descendre sur le Saut-de-Brot par le sentier des Fourches (indiqué par des traces jaunes). Cluse dans le Séquanien et le Kimeridgien. Moraines des Places bourgeoises. Synclinal néocomien au bord de la vallée, en amont du Champ-du-Moulin. Carrière dans le Valangien supérieur et inférieur.

Remarques sur la carte géologique accompagnant cette notice.

(Pl. II.)

Grâce à l'échelle du 1 : 15 000, il nous a été possible d'indiquer sur la carte des subdivisions d'étages plus nombreuses qu'on ne peut le faire d'ordinaire.

Dans une contrée où les dépôts quaternaires occupent d'aussi grandes surfaces, il serait désirable de pouvoir les relever sur une deuxième feuille, sur un calque par exemple, et de ne figurer sur la carte proprement dite que les sédiments des époques antérieures, comme si tous les terrains récents avaient

été enlevés. Mais il faut le plus souvent reculer devant les frais qu'entraînerait cette manière de procéder. On est alors obligé, si l'on veut que la carte donne une idée juste de la constitution du sous-sol, sans que la lecture en soit trop ardue, de réduire dans la mesure du possible la surface occupée par les terrains de couverture. Nous nous sommes en conséquence astreints à ne figurer que ceux qui acquièrent une réelle importance et dont l'épaisseur n'est, d'une manière générale, pas inférieure à un mètre.

Au cours du travail lithographique de la carte, il s'y est glissé quelques erreurs peu importantes, mais que nous tenons à signaler :

1. Nous avons cherché à représenter approximativement dans les moraines la distribution des éléments alpins et des éléments jurassiques par une répartition proportionnelle des pointillés rouges (éléments alpins) et bleus (éléments jurassiens). Cela étant, la surface morainique, sur laquelle git le domaine de Combe-Varin, porte un trop grand nombre de points rouges. Le matériel alpin forme, dans cette région, à peine le 5 % du total.

2. La moraine de la Mercière, à l'E. de Noiraigue, doit porter quelques points bleus.

3. Il en est de même de celle qui débouche de la Combe-Léonard sur Rochefort.

4. La petite moraine traversée par l'inscription « Usine électrique des Clées » doit porter autant de points rouges que de bleus.

5. Dans la région de Vert, près du bloc erratique (Bl. i. N° 1), les points rouges désignant le Valangien

supérieur ont été omis dans la petite zone sise sur la voie ferrée. En outre, dans cette même petite zone, les traits bleus figurant la Marne d'Arzier et l'étoile indiquant le gisement fossilifère doivent être reportés contre la limite pointillée de l'W., au lieu de s'appuyer à celle de l'E.

6. Enfin, la correction la plus importante se rapporte au singulier chevauchement du Bathonien inférieur de la région de Brot, dont nous avons exposé (p. 317) la découverte inattendue et postérieure au tirage de la carte. Elle ne conduit pas, en somme, à une modification notable du dessin primitif de la région; ajoutons que les limites de la plaque de chevauchement, difficiles à déterminer avec une très grande exactitude, restent encore quelque peu incertaines. La fig. 15, p. 320 représente la région de Brot avec le tracé du contact anormal de la zone chevauchée, tel qu'il nous a paru interprétable.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	195
HISTORIQUE	198

I^{re} partie. — Stratigraphie.

TERRAINS JURASSIQUES

A. Dogger ou Jurassique moyen	208
<i>Bathonien</i> . Couches de Brot	209
Grande oolithe	217
Calcaire roux marneux	218
Couches du Furcil	219
<i>Callovien</i> . Dalle nacrée	227
Résumé sur le parallélisme des niveaux du Dogger	228
B. Malm ou Jurassique supérieur	230
<i>Argovien</i> . Argovien inférieur	233
Argovien supérieur	236
<i>Séquanien</i> . Séquanien inférieur	240
Séquanien supérieur	242
<i>Kimeridgien</i>	243
<i>Portlandien</i>	245
<i>Purbeckien</i>	247
Épaisseur des étages du Malm	250

TERRAINS CRÉTACIQUES

A. Crétacique inférieur ou Néocomien	252
<i>Valangien</i> . Valangien inférieur	252
Valangien supérieur	256
<i>Hauterivien</i> . Hauterivien inférieur	264
Hauterivien supérieur	271
<i>Urgonien</i> . Urgonien inférieur	276
Urgonien supérieur	285
B. Crétacique moyen	288
<i>Albien et Rotomagien</i>	288

TERRAINS TERTIAIRES

	Pages
Terrains mollassiques	291

TERRAINS QUATERNAIRES

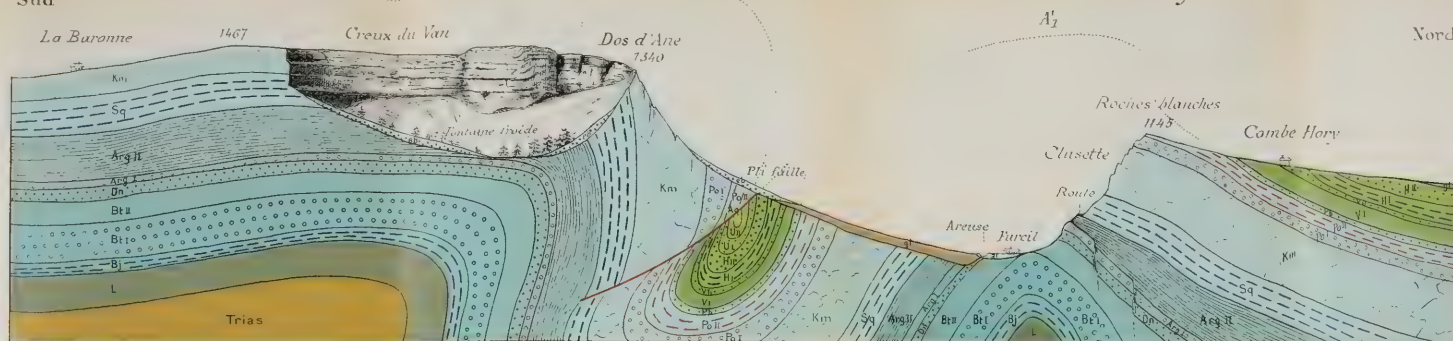
Terrains glaciaires	298
" d'alluvion	306

II^{me} partie. — Tectonique. Orographie. Hydrologie

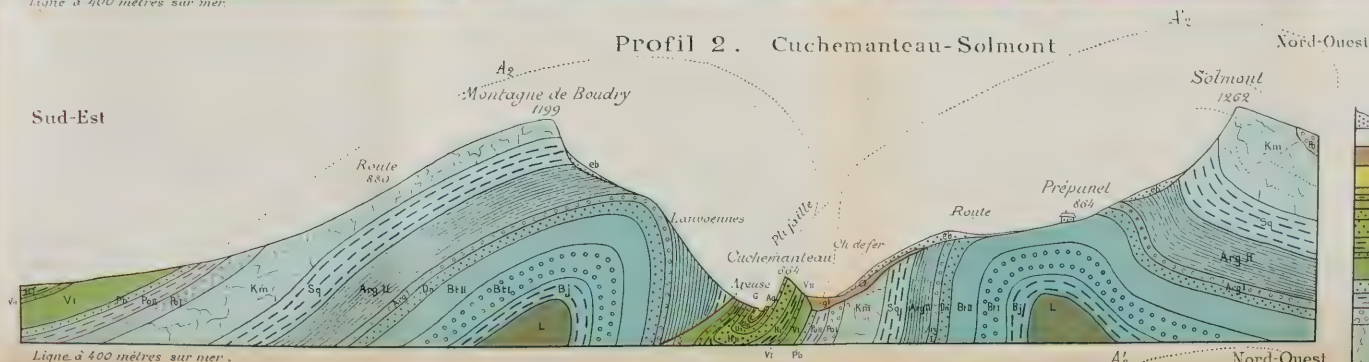
<i>Tectonique</i>	311
<i>Orographie</i>	321
<i>Eboulements et glissements de terrains</i>	330
<i>Hydrographie et sources.</i>	335
<i>Les cavernes</i>	342
<i>Itinéraire d'une excursion</i>	346
<i>Remarques sur la carte géologique</i>	348



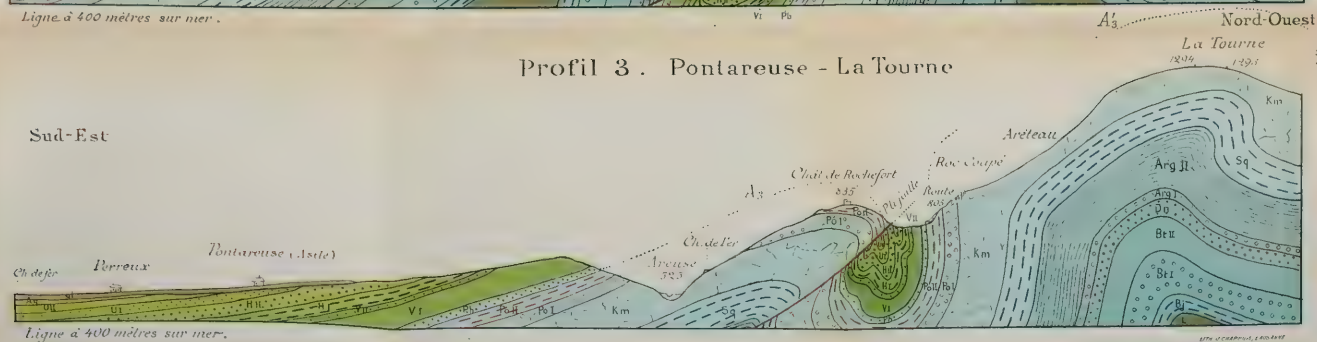
Profil 1. La Baronne - Combe Hory



Profil 2. Cuchemanteau-Solmont



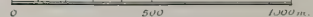
Profil 3. Pontareuse - La Tourne

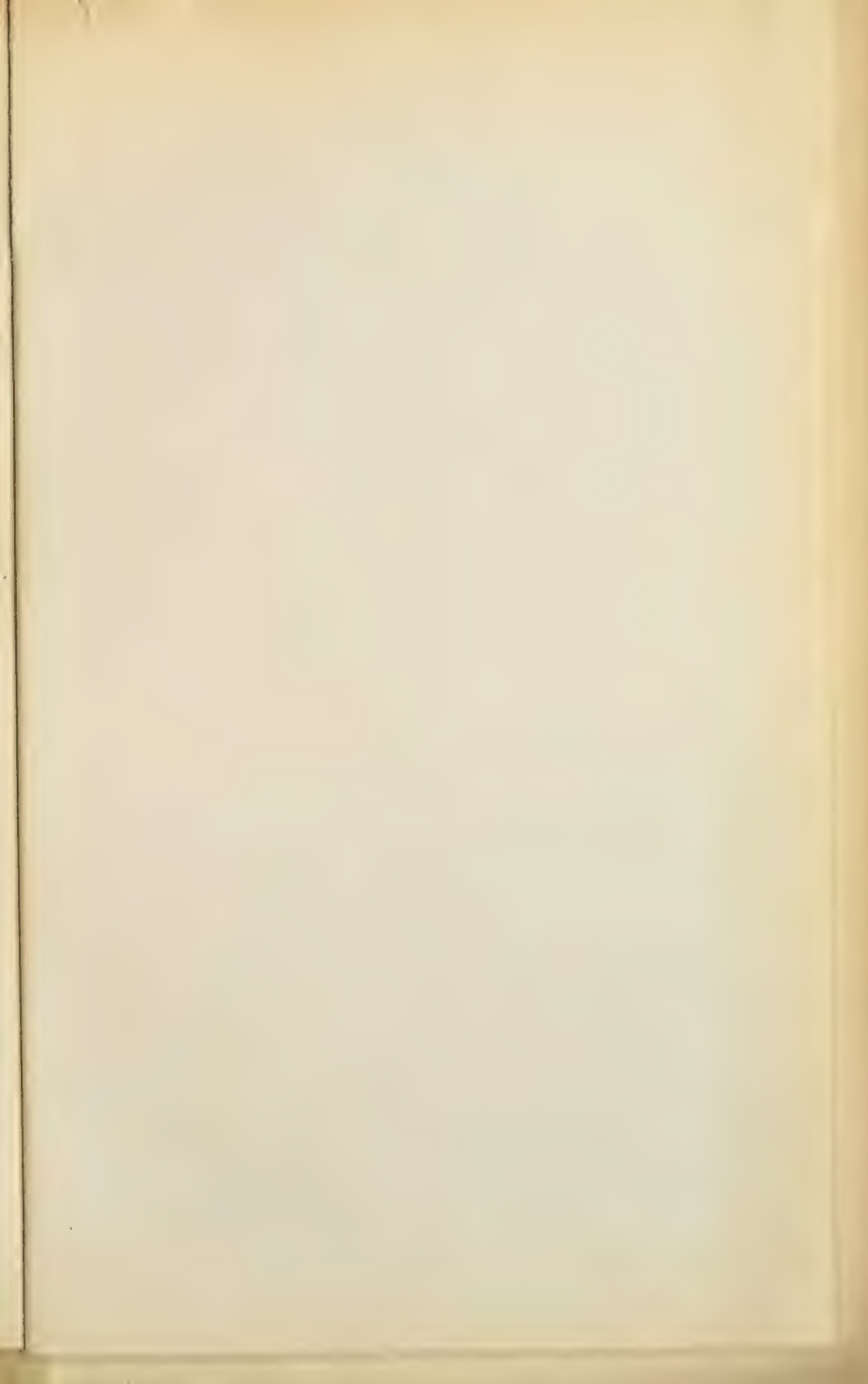


Légende :

	Fiboules		
al	Alluvions		
gl	Moraines		
Aq	Apulaisien		
Cl	Claustrien		
Cl	Claustrien supérieur		
U	Urgonien inférieur		
H	Hauteriviens supérieur		
H	Hauteriviens inférieur		
V	Valangien supérieur		
V	Valangien inférieur		
Th	Thuroniens		
Pol	Portlandien sahariens		
Pol	Portlandien à taches jaunes ou roses		
Kml	Kimmeridgien		
Sq	Southernien		
Argu	Argovien supérieur		
Arg	Argovien inférieur (S. ...)		
Dal	Dalmanien (Norme) - 2		
Dal	Dalmanien (Norme) - 1		
Btl	Bathonien sup* (conches du Turin)		
Btl	Bathonien inf*		
Btl	Conches du Turin - 60° dalle Venetien		
B	Bajocien		
L	Lias		
Trias			

Echelle de 1:15.000







Dessiné et gravé par M^{rs} Borel et Aug. Dubois. Dessin des plans géologiques
les cartes géologiques au 1:50,000 et des plans géologiques

Couleurs diverses
Aquarelle

Echelle de 1:50,000

Couleurs reproduites de Borel
B1 - B10 couleurs variées

Légende des Couleurs

A1	Aliments modernes de l'Areuse
A2	Aliments modernes
T	Tourbe
L	Lut
E1	Eboulis et talus d'éboulement
E2	Dépôts d'éboulements post-glaciaires
A3	Amas de blocs erratiques
G1	Noraines granuleuses et sablonneuses, souvent plus ou moins stratifiées
G2	Noraines de fond argileuses avec galets fins
C1	Argile fossilifère
M	Molasse alpine
N	Noraine jurassienne

M1	Gres micacé (Helvetique)
M2	Gres micacé (Helvetique)
M3	Gres micacé (Helvetique)
M4	Gres micacé (Helvetique)
M5	Gres micacé (Helvetique)
M6	Gres micacé (Helvetique)
M7	Gres micacé (Helvetique)
M8	Gres micacé (Helvetique)
M9	Gres micacé (Helvetique)
M10	Gres micacé (Helvetique)
M11	Gres micacé (Helvetique)
M12	Gres micacé (Helvetique)
M13	Gres micacé (Helvetique)
M14	Gres micacé (Helvetique)
M15	Gres micacé (Helvetique)
M16	Gres micacé (Helvetique)
M17	Gres micacé (Helvetique)
M18	Gres micacé (Helvetique)
M19	Gres micacé (Helvetique)
M20	Gres micacé (Helvetique)
M21	Gres micacé (Helvetique)
M22	Gres micacé (Helvetique)
M23	Gres micacé (Helvetique)
M24	Gres micacé (Helvetique)
M25	Gres micacé (Helvetique)
M26	Gres micacé (Helvetique)
M27	Gres micacé (Helvetique)
M28	Gres micacé (Helvetique)
M29	Gres micacé (Helvetique)
M30	Gres micacé (Helvetique)
M31	Gres micacé (Helvetique)
M32	Gres micacé (Helvetique)
M33	Gres micacé (Helvetique)
M34	Gres micacé (Helvetique)
M35	Gres micacé (Helvetique)
M36	Gres micacé (Helvetique)
M37	Gres micacé (Helvetique)
M38	Gres micacé (Helvetique)
M39	Gres micacé (Helvetique)
M40	Gres micacé (Helvetique)
M41	Gres micacé (Helvetique)
M42	Gres micacé (Helvetique)
M43	Gres micacé (Helvetique)
M44	Gres micacé (Helvetique)
M45	Gres micacé (Helvetique)
M46	Gres micacé (Helvetique)
M47	Gres micacé (Helvetique)
M48	Gres micacé (Helvetique)
M49	Gres micacé (Helvetique)
M50	Gres micacé (Helvetique)
M51	Gres micacé (Helvetique)
M52	Gres micacé (Helvetique)
M53	Gres micacé (Helvetique)
M54	Gres micacé (Helvetique)
M55	Gres micacé (Helvetique)
M56	Gres micacé (Helvetique)
M57	Gres micacé (Helvetique)
M58	Gres micacé (Helvetique)
M59	Gres micacé (Helvetique)
M60	Gres micacé (Helvetique)
M61	Gres micacé (Helvetique)
M62	Gres micacé (Helvetique)
M63	Gres micacé (Helvetique)
M64	Gres micacé (Helvetique)
M65	Gres micacé (Helvetique)
M66	Gres micacé (Helvetique)
M67	Gres micacé (Helvetique)
M68	Gres micacé (Helvetique)
M69	Gres micacé (Helvetique)
M70	Gres micacé (Helvetique)
M71	Gres micacé (Helvetique)
M72	Gres micacé (Helvetique)
M73	Gres micacé (Helvetique)
M74	Gres micacé (Helvetique)
M75	Gres micacé (Helvetique)
M76	Gres micacé (Helvetique)
M77	Gres micacé (Helvetique)
M78	Gres micacé (Helvetique)
M79	Gres micacé (Helvetique)
M80	Gres micacé (Helvetique)
M81	Gres micacé (Helvetique)
M82	Gres micacé (Helvetique)
M83	Gres micacé (Helvetique)
M84	Gres micacé (Helvetique)
M85	Gres micacé (Helvetique)
M86	Gres micacé (Helvetique)
M87	Gres micacé (Helvetique)
M88	Gres micacé (Helvetique)
M89	Gres micacé (Helvetique)
M90	Gres micacé (Helvetique)
M91	Gres micacé (Helvetique)
M92	Gres micacé (Helvetique)
M93	Gres micacé (Helvetique)
M94	Gres micacé (Helvetique)
M95	Gres micacé (Helvetique)
M96	Gres micacé (Helvetique)
M97	Gres micacé (Helvetique)
M98	Gres micacé (Helvetique)
M99	Gres micacé (Helvetique)
M100	Gres micacé (Helvetique)

P1	Porcelaine, Marnes et Calcaires numides et romains (Nordland sup)
P2	Calcaires dolomitiques saccharoides
P3	Calcaires dolomitiques saccharoides
P4	Calcaires dolomitiques saccharoides
P5	Calcaires dolomitiques saccharoides
P6	Calcaires dolomitiques saccharoides
P7	Calcaires dolomitiques saccharoides
P8	Calcaires dolomitiques saccharoides
P9	Calcaires dolomitiques saccharoides
P10	Calcaires dolomitiques saccharoides
P11	Calcaires dolomitiques saccharoides
P12	Calcaires dolomitiques saccharoides
P13	Calcaires dolomitiques saccharoides
P14	Calcaires dolomitiques saccharoides
P15	Calcaires dolomitiques saccharoides
P16	Calcaires dolomitiques saccharoides
P17	Calcaires dolomitiques saccharoides
P18	Calcaires dolomitiques saccharoides
P19	Calcaires dolomitiques saccharoides
P20	Calcaires dolomitiques saccharoides
P21	Calcaires dolomitiques saccharoides
P22	Calcaires dolomitiques saccharoides
P23	Calcaires dolomitiques saccharoides
P24	Calcaires dolomitiques saccharoides
P25	Calcaires dolomitiques saccharoides
P26	Calcaires dolomitiques saccharoides
P27	Calcaires dolomitiques saccharoides
P28	Calcaires dolomitiques saccharoides
P29	Calcaires dolomitiques saccharoides
P30	Calcaires dolomitiques saccharoides
P31	Calcaires dolomitiques saccharoides
P32	Calcaires dolomitiques saccharoides
P33	Calcaires dolomitiques saccharoides
P34	Calcaires dolomitiques saccharoides
P35	Calcaires dolomitiques saccharoides
P36	Calcaires dolomitiques saccharoides
P37	Calcaires dolomitiques saccharoides
P38	Calcaires dolomitiques saccharoides
P39	Calcaires dolomitiques saccharoides
P40	Calcaires dolomitiques saccharoides
P41	Calcaires dolomitiques saccharoides
P42	Calcaires dolomitiques saccharoides
P43	Calcaires dolomitiques saccharoides
P44	Calcaires dolomitiques saccharoides
P45	Calcaires dolomitiques saccharoides
P46	Calcaires dolomitiques saccharoides
P47	Calcaires dolomitiques saccharoides
P48	Calcaires dolomitiques saccharoides
P49	Calcaires dolomitiques saccharoides
P50	Calcaires dolomitiques saccharoides
P51	Calcaires dolomitiques saccharoides
P52	Calcaires dolomitiques saccharoides
P53	Calcaires dolomitiques saccharoides
P54	Calcaires dolomitiques saccharoides
P55	Calcaires dolomitiques saccharoides
P56	Calcaires dolomitiques saccharoides
P57	Calcaires dolomitiques saccharoides
P58	Calcaires dolomitiques saccharoides
P59	Calcaires dolomitiques saccharoides
P60	Calcaires dolomitiques saccharoides
P61	Calcaires dolomitiques saccharoides
P62	Calcaires dolomitiques saccharoides
P63	Calcaires dolomitiques saccharoides
P64	Calcaires dolomitiques saccharoides
P65	Calcaires dolomitiques saccharoides
P66	Calcaires dolomitiques saccharoides
P67	Calcaires dolomitiques saccharoides
P68	Calcaires dolomitiques saccharoides
P69	Calcaires dolomitiques saccharoides
P70	Calcaires dolomitiques saccharoides
P71	Calcaires dolomitiques saccharoides
P72	Calcaires dolomitiques saccharoides
P73	Calcaires dolomitiques saccharoides
P74	Calcaires dolomitiques saccharoides
P75	Calcaires dolomitiques saccharoides
P76	Calcaires dolomitiques saccharoides
P77	Calcaires dolomitiques saccharoides
P78	Calcaires dolomitiques saccharoides
P79	Calcaires dolomitiques saccharoides
P80	Calcaires dolomitiques saccharoides
P81	Calcaires dolomitiques saccharoides
P82	Calcaires dolomitiques saccharoides
P83	Calcaires dolomitiques saccharoides
P84	Calcaires dolomitiques saccharoides
P85	Calcaires dolomitiques saccharoides
P86	Calcaires dolomitiques saccharoides
P87	Calcaires dolomitiques saccharoides
P88	Calcaires dolomitiques saccharoides
P89	Calcaires dolomitiques saccharoides
P90	Calcaires dolomitiques saccharoides
P91	Calcaires dolomitiques saccharoides
P92	Calcaires dolomitiques saccharoides
P93	Calcaires dolomitiques saccharoides
P94	Calcaires dolomitiques saccharoides
P95	Calcaires dolomitiques saccharoides
P96	Calcaires dolomitiques saccharoides
P97	Calcaires dolomitiques saccharoides
P98	Calcaires dolomitiques saccharoides
P99	Calcaires dolomitiques saccharoides
P100	Calcaires dolomitiques saccharoides

Signes particuliers	
*	Ciment fossilifère
→ (long)	Direction et plongement des couches
→	Couches verticales
→	Couches horizontales
→	Antichinal
→	Synclinal
→	Contact anormal par subduction
→	Contact
→	Contact par subduction
→	Source
→	Source temporaire
→	Exhausteur, émissaire
→	Classement de terrain
→	Couloirs d'écoulement

Les numéros placés entre parenthèses (19) signifient que le terrain indiqué n'appartient pas, mais se trouve dans les limites indiquées par les pointillés bleus au-dessous de terrains distincts superficiels (moraines, éboulis, alluvions etc.)

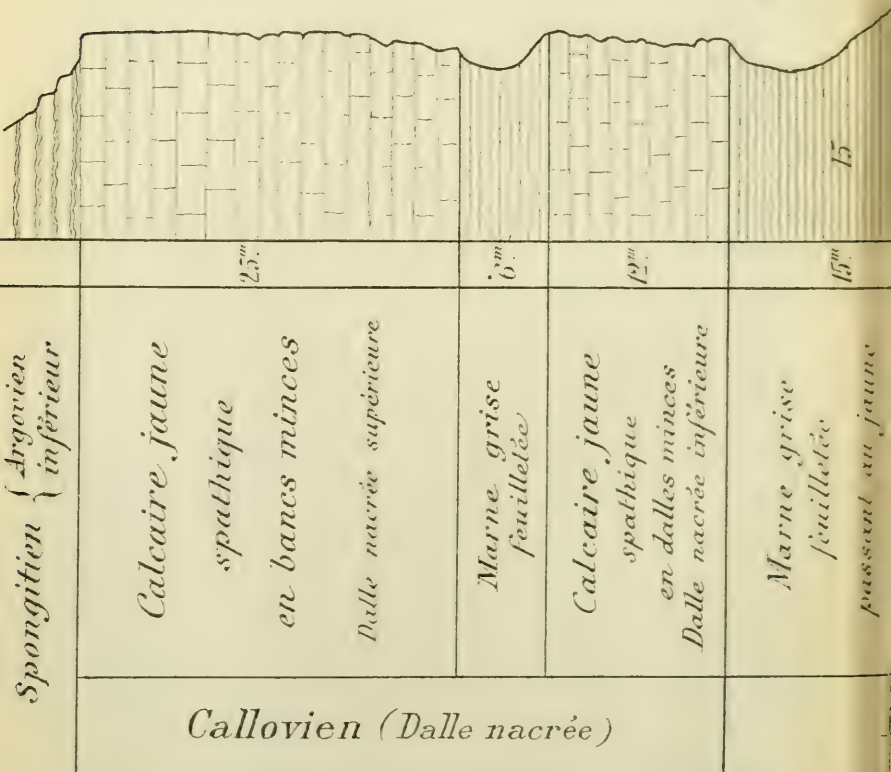
Coupe stratigraphique de l'escarpement du Furcil

Echelle 1:500

Mouss sans fossiles

avec zones plus ou moins

calcaires



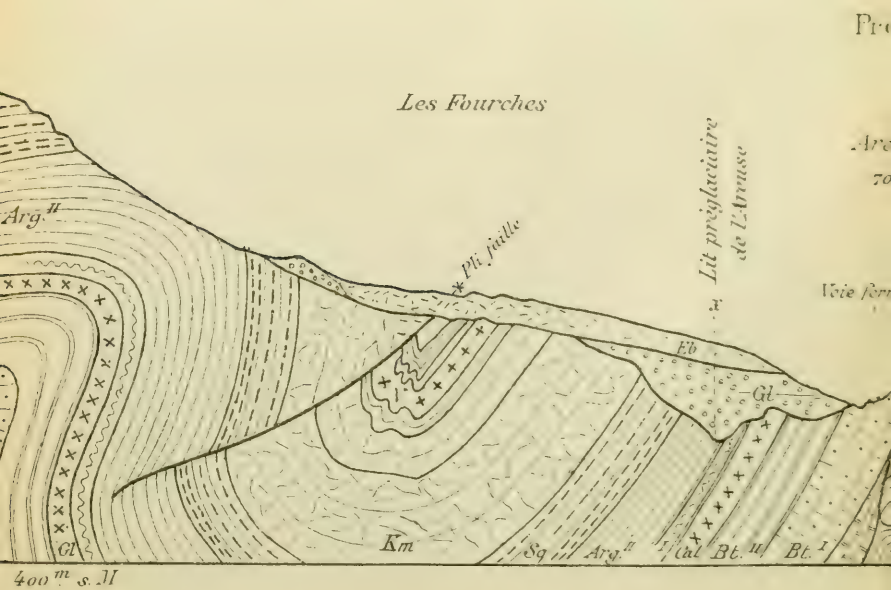
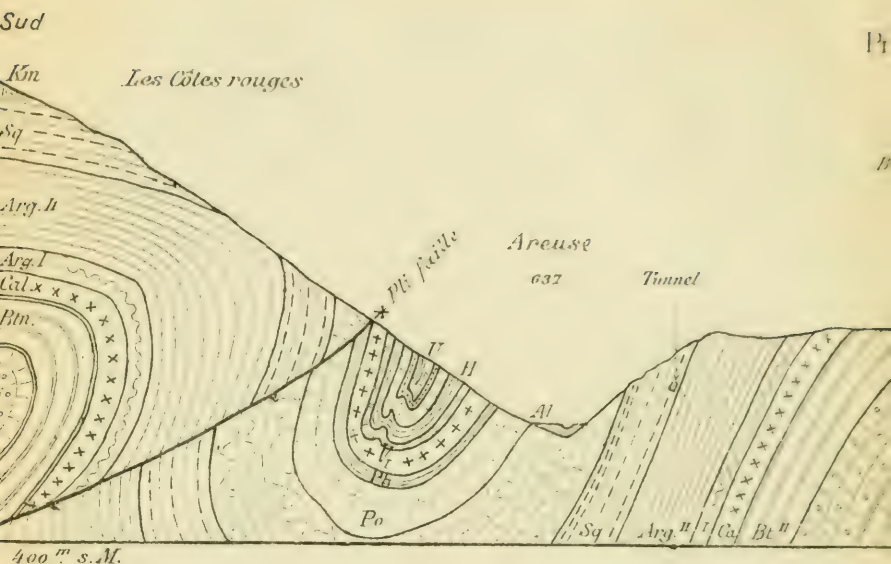
Marnes hydrauliques supérieures 20 ^m	Calcaire dur	3 ^m	14	<i>Pecten</i>
	Ciment romain	3 ^m	13	<i>Belonites</i>
	Chaux maigre	2 ⁴⁰	12	<i>Pholadomya Murchisoni</i>
	Ciment romain	1 ⁰⁰	11	<i>Terebratula globata</i>
	Chaux maigre	2 ³⁰	10	<i>Rhynchonella varians</i>
	Banc douteux	2 ⁸⁰	9	<i>Ceromya concentrica</i>
	Chaux hydraulique	1 ³⁰	8	<i>Belemnites giganteus</i>
	Ciment romain	3 ⁵⁰	7	<i>Parkinsonia Parkinsoni</i>
	Massif intermédiaire peu hydraulique Calcaires marneux et marnes en alternances	18 ^m	6	<i>Parkinsonia Neuffensis</i>
				<i>Pholad. Murchisoni</i>
				<i>Homomya gibbosa</i>
				<i>Coniomya, Pleuromya, Gresslya abdulla</i>
Marnes hydrauliques inférieures 15-20 ^m	Marne à Portland	2 ³⁰	5	<i>Terebratula spec. div.</i>
	Banc intermédiaire Calcaire marneux	4 ³⁰	4	<i>Pholadomya Murchisoni</i>
	Calcaire à Portland	2 ⁵⁰	3	<i>Modiola gibbosa</i>
	Calcaire marneux	2 ^m	2	<i>Parkinsonia Neuffensis</i>
	Marnes hydrauliques non exploitées	?	1	

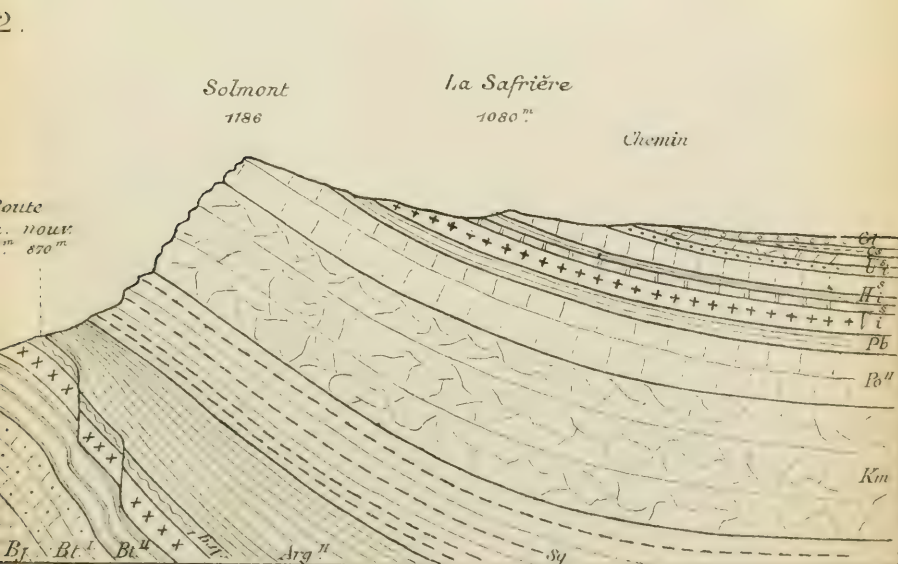
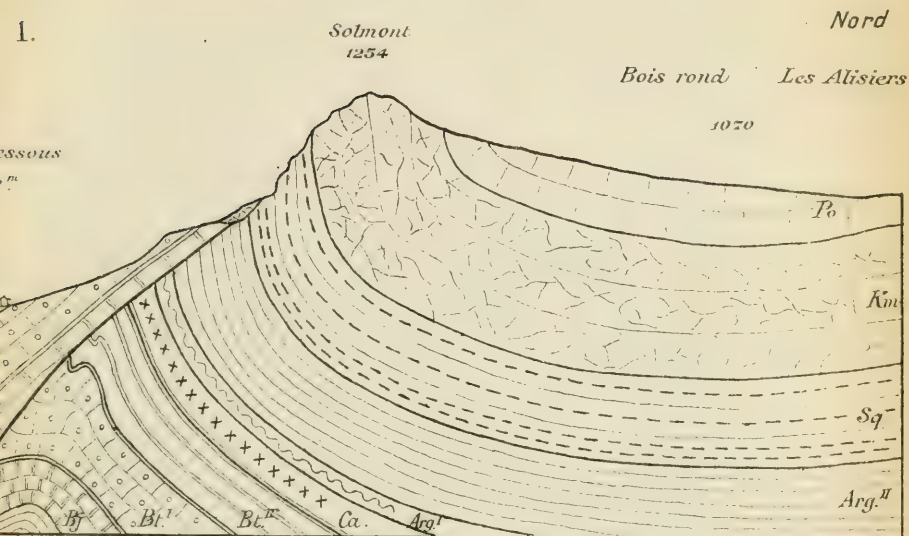
H. Sch.

thonien supérieur (Marnes du Furcil)



Schardt & Dubois. — Géologie des Gorges de l'Areuse



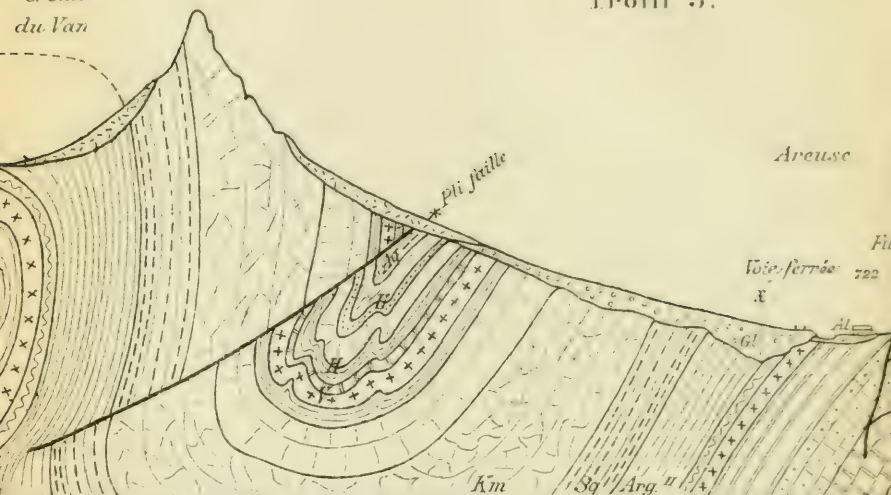


Schardt & Dubois. — Géologie des Gorges de l'Arcuse.

Dos d'Anc
1335^m

Creux
du Van

Profil 3.

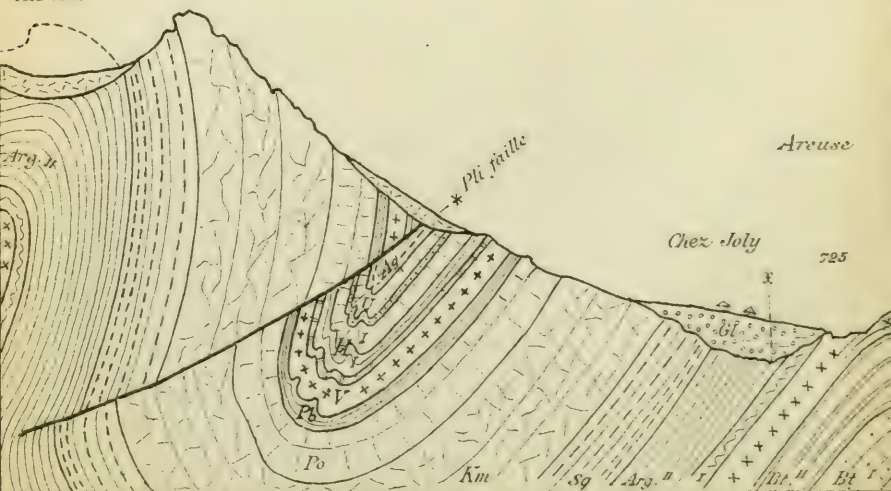


400^m s.M.

Dos d'Anc
1349

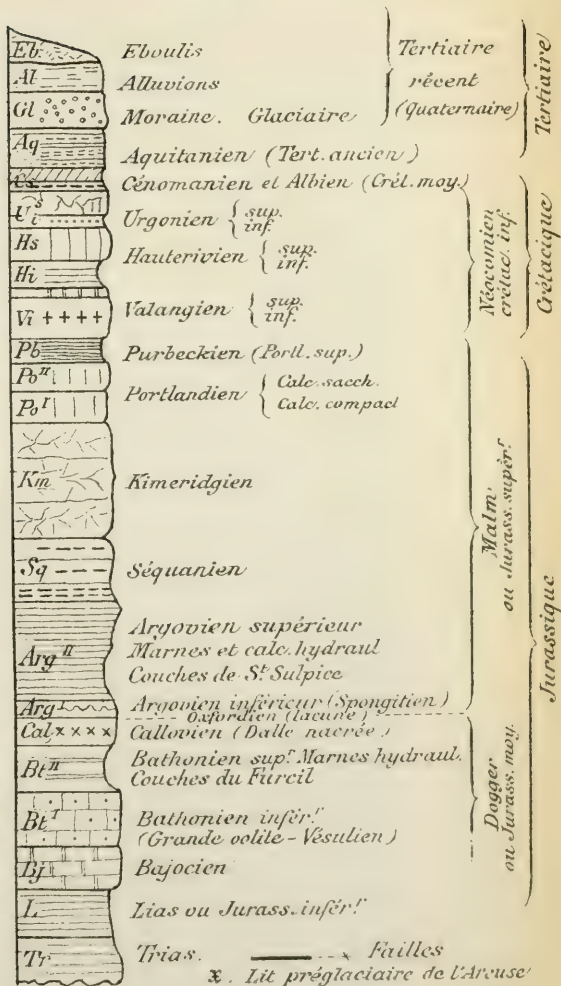
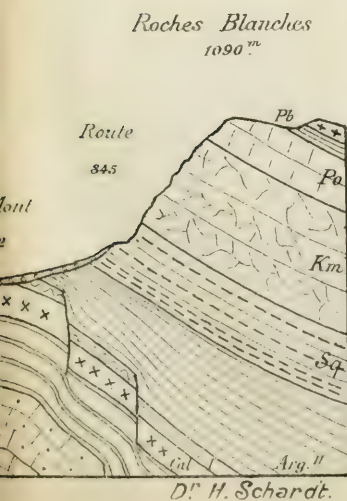
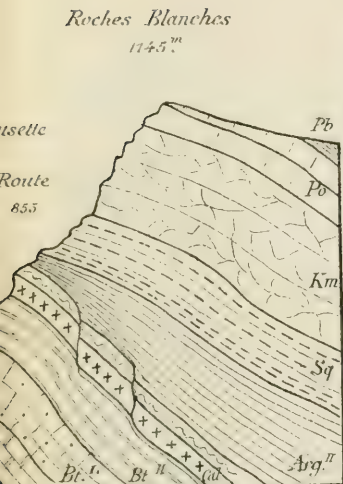
Creux
du Van

Profil 4.

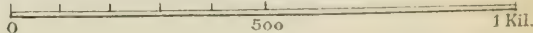


400^m s.M.

Légende



Echelle de 1:15.000



D^r H. Schardt.



QUELQUES MOTS

SUR LA

FABRIQUE DE CÂBLES DE CORTAILLOD

PAR LE D^r F. BOREL, INGÈNIEUR

Lorsqu'en 1878, M. Edouard Berthoud et moi annoncions à quelques amis notre intention d'installer une fabrique de câbles souterrains à Cortailod, notre déception fut grande en ne recevant aucun encouragement. Au contraire, presque tous ceux auxquels nous faisons part avec enthousiasme de notre projet cherchaient à nous en détourner, essayant de nous prouver que cette fabrication n'avait aucun avenir. Les fils de fer tendus entre les poteaux ne sont-ils pas largement suffisants pour les besoins de la télégraphie? nous disaient-ils; pourquoi vouloir les placer à grands frais sous terre? etc., etc.

En effet, à cette époque, si rapprochée en date, et cependant si éloignée en fait, grâce aux immenses progrès réalisés dès lors par la science électrique, on ne parlait presque pas de câbles souterrains, et on ne les utilisait que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

Ces raisons, justes en apparence, et très sages assurément, ne réussirent pas à nous convaincre: nous avions la persuasion que l'électricité était appelée à jouer un grand rôle dans un avenir rapproché, et,

avec l'ardeur entreprenante de la jeunesse, nous nous jetâmes en plein dans la réalisation de nos projets.

Les commencements furent plus difficiles que nous ne nous l'étions représenté, mais grâce à deux associés, qui le furent à leur insu, et qui, par cela même ne réclamèrent jamais l'intérêt de leur participation, l'emploi des câbles souterrains devint rapidement d'un usage universel.

Le premier de ces alliés involontaires fut l'inventeur du téléphone, le professeur Graham Bell, le second, qui suivit peu après, est Edison, dont le nom est connu de tous, et grâce à l'initiative duquel la lumière électrique à incandescence a pu entrer dans le domaine industriel.

C'est à la suite de ces deux inventions que la fabrique de Cortaillod a pu trouver pour ses produits des débouchés suffisants et qu'elle a acquis un développement qu'elle n'aurait jamais atteint sans elles.

Avant d'aller plus loin, il n'est pas superflu de dire en quoi consiste un câble électrique.

Un câble électrique se compose de trois parties :

Un conducteur métallique destiné à transmettre le courant électrique; une gaine isolante, dite le diélectrique, qui empêche le courant de sortir du conducteur; et enfin, une enveloppe protectrice ou armature.

Le meilleur câble sera celui dont le conducteur opposera le moins de résistance possible au passage du courant, dont le diélectrique empêchera le mieux toute dissipation d'électricité, et dont l'enveloppe protectrice résistera le plus longtemps aux injures du temps.

Les données du problème sont donc très précises, mais les moyens de le résoudre sont nombreux.

A l'époque de nos premiers essais, on ne pouvait guère concevoir comme diélectrique qu'une substance isolante à la fois élastique et imperméable à l'eau et on ne connaissait que deux substances qui possédaient ces qualités : le caoutchouc et la gutta-percha ; c'étaient elles qui, jusqu'alors, avaient servi exclusivement de diélectrique pour la fabrication des câbles sous-marins et souterrains.

Ces deux substances étaient d'un prix très élevé et devenaient de plus en plus difficiles à se procurer, par suite de leur emploi dans divers produits industriels. Il fallait donc tout d'abord chercher à les remplacer par une matière plus commune, d'un prix moins élevé, et possédant si possible des qualités électriques égales ou, mieux encore, supérieures.

J'avais encore le souvenir très vif de l'étonnement mêlé d'admiration que m'avait causé la vue des premières étincelles électriques produites par le frottement d'une peau de chat sur un gâteau de résine.

Cette expérience toute simple m'avait donné à penser que la résine était un très bon isolant puisque, des heures après avoir frotté le gâteau de résine, on pouvait encore en sortir des étincelles ; mais, était-il possible de l'employer comme diélectrique dans la fabrication des câbles ?

La résine étant une matière essentiellement cassante, il ne fallait pas songer à l'appliquer autour du conducteur sous forme de simple gaine, comme cela se pratiquait avec le caoutchouc ; mais, au moyen d'un tube de plomb comme protecteur, ne serait-il pas possible d'en maintenir une couche régulière ?

Des essais faits auparavant pour une autre recherche me faisaient supposer une réussite possible, et

voici la première solution du problème qui nous donna des résultats encourageants.

On commençait par fondre dans une lingotière spéciale un tuyau de plomb dont l'épaisseur était déterminée par le résultat à obtenir; on préparait ensuite deux disques minces, en plomb, d'un diamètre égal au vide du tuyau, disques percés à intervalles réguliers d'autant de trous que le câble devait avoir de conducteurs. Ces disques étant fixés à chacune des extrémités du tuyau, on glissait, dans les trous, des baguettes de plomb bien dressées, de même longueur que le tuyau. Cela fait, on remplissait de résine fondue tous les espaces vides entre le tube et les baguettes de plomb. On obtenait ainsi un lingot contenant dans son intérieur des baguettes de plomb isolées électriquement les unes des autres par la résine.

Il suffisait alors de passer ce bloc dans les coches d'un fort laminoir ou au travers des trous d'une filière, pour l'allonger jusqu'à ce qu'il ait atteint le diamètre voulu.

Il était possible d'obtenir, par ce procédé, des câbles ayant plusieurs centaines de mètres de longueur et dans lesquels les distances relatives des conducteurs étaient rigoureusement conservées.

Au point de vue de l'isolation, ces câbles étaient excellents, et il ne serait guère possible d'en fabriquer de meilleurs, mais ils avaient un grave défaut : la résistance électrique du conducteur en plomb était trop grande (douze fois plus grande que celle d'un conducteur en cuivre de même diamètre) et ce type de conducteurs ne pouvait être admis que pour des lignes de faible longueur.

Il fallait absolument trouver le moyen d'introduire un conducteur en cuivre dans le tube de plomb.

Cette opération ne pouvant s'effectuer ni par le laminage, ni par le passage à la filière d'un lingot composite de plomb et de cuivre, il fallait avoir recours à d'autres moyens.

Voici le procédé qui fut expérimenté avec succès :

Une presse hydraulique puissante comprimait un lingot cylindrique de plomb, traversé par une tige creuse reliée au piston hydraulique. Le plomb, sous une pression de 3 ou 4000 kilos par centimètre carré, était forcé de s'écouler sous forme de tuyau au travers d'un ajustage annulaire fixé sur ce piston. Au fur et à mesure de la formation du tuyau, le conducteur en cuivre était entraîné et l'intervalle entre ce conducteur et les parois du tuyau de plomb se garnissait de colophane maintenue en fusion dans un réservoir placé sur la tige creuse. Le câble, ainsi formé, passait au travers d'un réservoir rempli d'eau fraîche destinée à solidifier rapidement la colophane.

La grande difficulté de cette fabrication résidait dans le centrage du conducteur qui pouvait se déplacer avant la solidification complète de la colophane et venir au contact du tuyau de plomb. Elle avait de plus le défaut de ne pas permettre la fabrication de câbles à plusieurs conducteurs. Si donc la possibilité d'introduire un conducteur en cuivre dans un tube de plomb était démontrée, le problème de la fabrication d'un câble industriel n'était pas encore résolu. Il fallait arriver à pouvoir fournir des câbles possédant un nombre quelconque de conducteurs placés de façon à ne pouvoir venir en contact ni entre eux, ni avec la gaine protectrice de plomb.

Cette difficulté ne fut pas longue à surmonter; il suffisait, en effet, pour maintenir les conducteurs à

une distance déterminée les uns des autres et de la gaine de plomb, de les munir séparément d'une enveloppe d'épaisseur régulière.

Il était tout indiqué d'employer à cet usage des fils de matières textiles ou des rubans de toile ou de papier.

Ces matières, contenant toutes une forte proportion d'eau, n'auraient pas procuré un isolement suffisant si on s'était contenté de les placer sur les conducteurs et de les introduire sans autre préparation dans les gaines de plomb ; il était nécessaire d'en produire la dessiccation complète.

La manière la plus simple de produire cette dessiccation consiste à enrouler le conducteur recouvert de matières textiles sur un tambour métallique à parois perforées et à immerger le tout ensemble dans une cuve remplie de matière isolante fondue, dont la température est maintenue au-dessus de 100 degrés.

Il se dégage d'abord de volumineuses bulles d'air chaud, puis il se forme sur la surface du liquide une sorte d'écume provenant de l'humidité expulsée sous forme de vapeur. Lorsque cette écume cesse de se produire, ce qui n'a lieu qu'au bout de quelques heures, plus ou moins suivant les matières employées, le tambour est sorti de son bain et conduit près de la presse où le conducteur reçoit la gaine de plomb qui doit le protéger.

Quelle était la valeur industrielle de ce câble dont la composition et la fabrication étaient entièrement nouvelles?

La plupart des personnes à qui nous allions proposer nos produits ne manquaient pas de commencer par nous demander combien d'années nous pouvions

garantir nos câbles et quelles expériences de durée nous pouvions leur présenter.

A ces demandes nous ne pouvions répondre que par les déductions auxquelles nous avaient amenés nos différentes expériences et les comparaisons basées sur la durée du plomb placé dans des conditions similaires. Ainsi à ceux qui objectaient l'oxydation du plomb, nous présentions un bout de tuyau de plomb provenant d'une conduite d'eau de Pompéi, placé dans la terre depuis plus de dix-huit siècles et ne présentant que de faibles traces d'altération.

A ceux qui se disaient persuadés que les matières textiles imprégnées de colophane se détérioreraient très rapidement, nous pouvions présenter une pointe de flèche trouvée dans une station lacustre de l'âge de la pierre et qui était fixée sur une hampe en bois avec du fil et de la poix.

Malgré ces considérations qui, si elles n'étaient pas irréfutables, n'étaient cependant pas sans valeur, nous parvenions rarement à convaincre nos contradicteurs, et nous aurions peut-être dû renoncer à notre entreprise, faute de clients, si nous n'avions trouvé des auxiliaires où nous ne les aurions jamais cherchés, c'est-à-dire chez nos ennemis naturels, nos concurrents.

Ceux-ci, après avoir fait tout leur possible pour discrediter le nouveau produit, s'avisèrent enfin de sa valeur et se mirent à le contrefaire plus ou moins ouvertement. Dès lors la partie était gagnée et aujourd'hui presque tous les câbles souterrains employés pour la lumière électrique, les transports de force, la télégraphie et la téléphonie sont construits avec armature en plomb.

Ainsi, pour la fabrique de Cortaillod, chose rare en industrie, ce fut une bonne fortune d'avoir eu des contrefacteurs.

Si depuis lors le système de fabrication n'a pas changé dans ses grandes lignes, il a cependant reçu des modifications appropriées aux conditions particulières que les conducteurs doivent remplir.

Il est évident, en effet, qu'un câble devant transporter l'énergie électrique à haute tension doit posséder d'autres qualités qu'un câble destiné à la télégraphie ou à la téléphonie.

Sans que cette division ait rien d'absolu, on peut diviser les conducteurs électriques en deux grandes classes.

Dans la première se rangent tous les conducteurs destinés à transmettre des signaux, comme c'est le cas pour la télégraphie ou la téléphonie.

Dans la seconde classe rentrent les conducteurs utilisés à la transmission de l'énergie électrique, quel qu'en soit l'emploi, force, chaleur ou lumière.

Dans les conducteurs de la première classe, la quantité d'électricité mise en circulation est toujours minime; dans la téléphonie, cette quantité est même extraordinairement petite, aussi est-il nécessaire que ces conducteurs aient un isolement excellent qui ne permette pas à la plus faible quantité d'électricité de se perdre en chemin. Il faut de plus que les conducteurs emploient pour se charger le moins possible d'électricité. On a reconnu que pour leur donner ces deux qualités essentielles, les différents conducteurs renfermés dans un même câble devaient être placés à la plus grande distance les uns des autres et que l'isolement le meilleur était constitué par des rubans de papier desséché laissant entre eux la plus grande quantité d'air possible; le papier ne doit servir qu'à empêcher les différents conducteurs de venir au contact les uns des autres.

On fabrique ainsi maintenant pour les réseaux téléphoniques des câbles formés de 10 à 200 paires de conducteurs, chacune de ces paires servant à réunir un abonné avec le bureau central.

Les conducteurs de la seconde classe ayant à transmettre de très grandes quantités d'électricité et cela à une tension souvent très élevée, la qualité principale qu'ils doivent posséder est de pouvoir résister à cette tension sans altération. Cette qualité leur est donnée par l'épaisseur de la couche isolante, la qualité des matériaux employés, la disposition des fils qui composent le ou les conducteurs, etc., chaque fabricant ayant ses préférences pour arriver à ce but.

Que réserve l'avenir à la fabrication des câbles?

Verrons-nous disparaître dans quelque vingt ans les innombrables poteaux qui déparent les rues de nos villes et commencent à envahir nos campagnes?

Les récentes inventions de Marconi et de Tesla permettront-elles de supprimer entièrement les liens matériels qui unissent les appareils producteurs d'électricité aux récepteurs?

Ne cherchons pas à soulever le voile de l'avenir. Cependant nous avons déjà vu tant de transformations, tant de rêves devenir des réalités que nous serions à peine surpris si un de nos arrières petits-neveux, présidant en l'an 3000 une réunion de la Société des sciences naturelles, recevait la dépêche suivante :

26 juin, an 3000.

De planète Mars, 47°26' latitude Nord, 7° longitude.

Par bureau interplanétaire du Pôle Nord.

Félicitations sincères de société sœur. Vivement intéressés par résultats de vos travaux. Recevrez prochainement par ballon éclair échantillons produits destinés à transformer humanité.

Signature illisible.

Séance du 6 juin 1902

SUR LA DISPARITION DES FALAISES

DE LA RIVE SUD DU LAC DE NEUCHÂTEL

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR CIVIL.

La vue admirable sur le lac et les Alpes, dont jouissent les Neuchâtelois lorsque les rayons du soleil couchant donnent à ces dernières cette coloration rosée à laquelle les touristes ont donné le nom d'Alpenglühn, cette vue est encore agrémentée par la bordure étincelante des falaises de la rive sud de notre lac, dont la vive coloration avec ses reflets dorés forme un avant-plan des plus grandioses à cet imposant panorama.

Malheureusement, ces belles falaises molassiques disparaissent toujours plus rapidement depuis quelques années.

En voulant terminer un tableau commencé il y a vingt-cinq ans, représentant le lac et les Alpes, vus des hauteurs de Pierre-à-Bot, et sur lequel figurent les falaises de notre lac, de Cudrefin à Portalba, je fus surpris des notables différences que présentent aujourd'hui les surfaces dénudées des escarpements molassiques qui les forment.

En examinant la chose de plus près, je me rendis bien vite compte des causes de la transformation assez

rapide qui s'opère pour ainsi dire sous nos yeux, et je crois utile que les annales de notre Société mentionnent cette métamorphose et, mieux que cela, en notent de temps à autre la progression et les changements.

Dans un demi-siècle, toute la brillante bordure des falaises de Champmartin, du Montbet, de Chabrey, de Portalban, Gletterens, Autavaux et Font, aura disparu et les gravures, aquarelles et tableaux les représentant avec leur fulgurant coloris témoigneront seuls d'un faciès en train de disparaître.

Cette présente notice pourra donc servir de point de départ à la chronique des faits d'ordre géologique, botanique et météorologique, causes de la transformation sur laquelle je me permets d'attirer votre attention.

Je rappellerai d'abord que, dans une communication faite en 1890 (voir tome XVII du Bulletin) j'ai décrit la transformation du grand lac quaternaire primitif du Jura, existant alors depuis Soleure au Mormont et occupant la vallée de la Broye et la plaine d'Aarberg, en nos trois lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat.

Les matériaux de remplissage des parties de ce lac alors unique et aujourd'hui comblées, le divisant en trois, furent fournis non seulement par les apports fluviaux charriés par l'Aar, la Broye, l'Orbe, la Thièle et la Reuse, mais encore en grande partie par les érosions :

1^o Des bancs de molasse qui bordaient le lac de Neuchâtel, au sud ;

2^o Par celles de la presqu'île de Cerlier, devenue île de Saint-Pierre ;

3^e Par l'érosion des côtes nord de Jolimont;

4^e Enfin par les masses enlevées aux côtes nord du Vully.

C'est aussi cette formidable action érosive qui a comme conséquence créé nos belles falaises. Le blanc fond qui règne sur toute la longueur sud de notre lac, autrefois immergé, avant la correction récente dite des eaux du Jura, de même que le blanc fond de la rive sud du lac de Biemme, sont les preuves de cette érosion et ces blancs fonds, ou vastes étendues dénivelées par les vagues, à un même niveau, indiquent la largeur et les surfaces sur lesquelles le phénomène d'enlèvement s'est produit.

Les falaises actuelles sont donc le dernier escarpement laissé par l'action érosive des eaux du lac, actionnées par les vents, sur la masse molassique qui borde ce dernier au sud.

La bordure nord de notre lac a, vu la dureté de la roche urgonienne qui la constitue, mieux résisté à l'action de la vague et fourni par suite beaucoup moins de matériaux au remplissage des parties comblées en aval et séparatives des trois lacs.

Le blanc fond de notre lac émergeant aujourd'hui, ensuite des travaux de la correction des eaux du Jura, l'érosion des collines de Champmartin, Chabrey, Portalban par les vagues du lac a cessé, tout contact entre le lac et les dites collines ayant disparu. (Voir fig. 1 et fig. 2.)

La cause faisant défaut, l'effet a cessé de même.

Le blanc fond est aujourd'hui bien transformé en un terrain forestier, soit naturellement, par le développement de la végétation sauvage, soit par des cul-

tures artificielles, pratiquées et mises en train par les administrations forestières des cantons riverains.

Les parties basses du blanc fond émergé sont remplies de roseaux, qui font le bonheur des cultivateurs ; ceux-ci les utilisent, après dessiccation, en lieu et place de paille pour faire la litière à leur bétail.

La culture des céréales étant de plus en plus abandonnée pour faire place à celle de l'herbe et des prairies artificielles, vu la rentabilité plus grande de l'éleveur du bétail et de la production du lait, absorbé de plus en plus par les condenseriers et la chocolaterie, la paille fait par suite défaut, et les champs nouveaux de roseaux viennent aujourd'hui heureusement à point pour y parer.

La forêt se développe surtout dans les parties hautes du blanc fond ou voisines des escarpements et les roseaux se développent dans les parties les plus basses de ces nouvelles surfaces émergées.

Il résulte de cette transformation en forêt et brousse de la zone du blanc fond qui borde les falaises que celles-ci ne subissent plus aucune action des vagues du lac contre leur pied, que celui-ci n'est plus affouillé et que les matériaux désagrégés par l'humidité et les pluies, par les eaux qui suintent presque partout de la molasse, enfin par les gelées, il en résulte que ces matériaux désagrégés restent au pied des falaises.

Le lac n'enlevant plus les matériaux au fur et à mesure de leur production, ceux-ci s'accumulent ainsi de plus en plus au pied des surfaces dénudées qui les engendrent ; ils y forment des amas qui montent aussi de plus en plus en hauteur, si bien qu'aujourd'hui, sur des centaines de mètres, le quart ou le cinquième de la hauteur des falaises est en ces endroits

déjà garni de talus formés comme il vient d'être dit. Pour ces parties, l'état d'escarpement visible et raide de la roche molassique disparaîtra progressivement et fera place à un profil mamelonné et boisé, dans lequel, par ci par là, resteront encore quelques témoins ou taches dues aux parties rocheuses les plus dures et les plus sèches de la molasse, et par suite moins accessibles à la gelée et à l'action érosive de la pluie.

Ces quelques taches seront alors tout ce qui restera de nos brillantes falaises; le paysage de cette longue bande de bordure de notre lac ressemblera à ce qu'il est au pied du mont Vully ou de Jolimont; la verdure remplacera la ceinture dorée qui, le soir, faisait le bonheur de nos peintres et des admirateurs de notre splendide panorama alpestre.

Les amateurs désireux de se rendre compte de l'exactitude de ce que j'avance ici peuvent consulter le panorama des Alpes, dessiné par F. Osterwald et gravé par Weibel au commencement du XIX^{me} siècle, dont je présente une feuille, la seule que je possède et donnant assez exactement les falaises de Portalban.

La moitié au moins, si ce n'est plus, de la surface des falaises représentées sur cette feuille est aujourd'hui recouverte de végétation, grâce aux matériaux désagrégés qui restent sur place.

L'enlèvement et la translation en aval par les vagues du lac de ces matériaux détritiques ne s'effectuant plus au fur et à mesure de leur production, ils forment au pied de la falaise des culots ou cônes de retenue, qui augmentent d'année en année, si bien qu'ils finiront par transformer l'escarpement du rocher molassique aujourd'hui apparent, en un talus plus ou

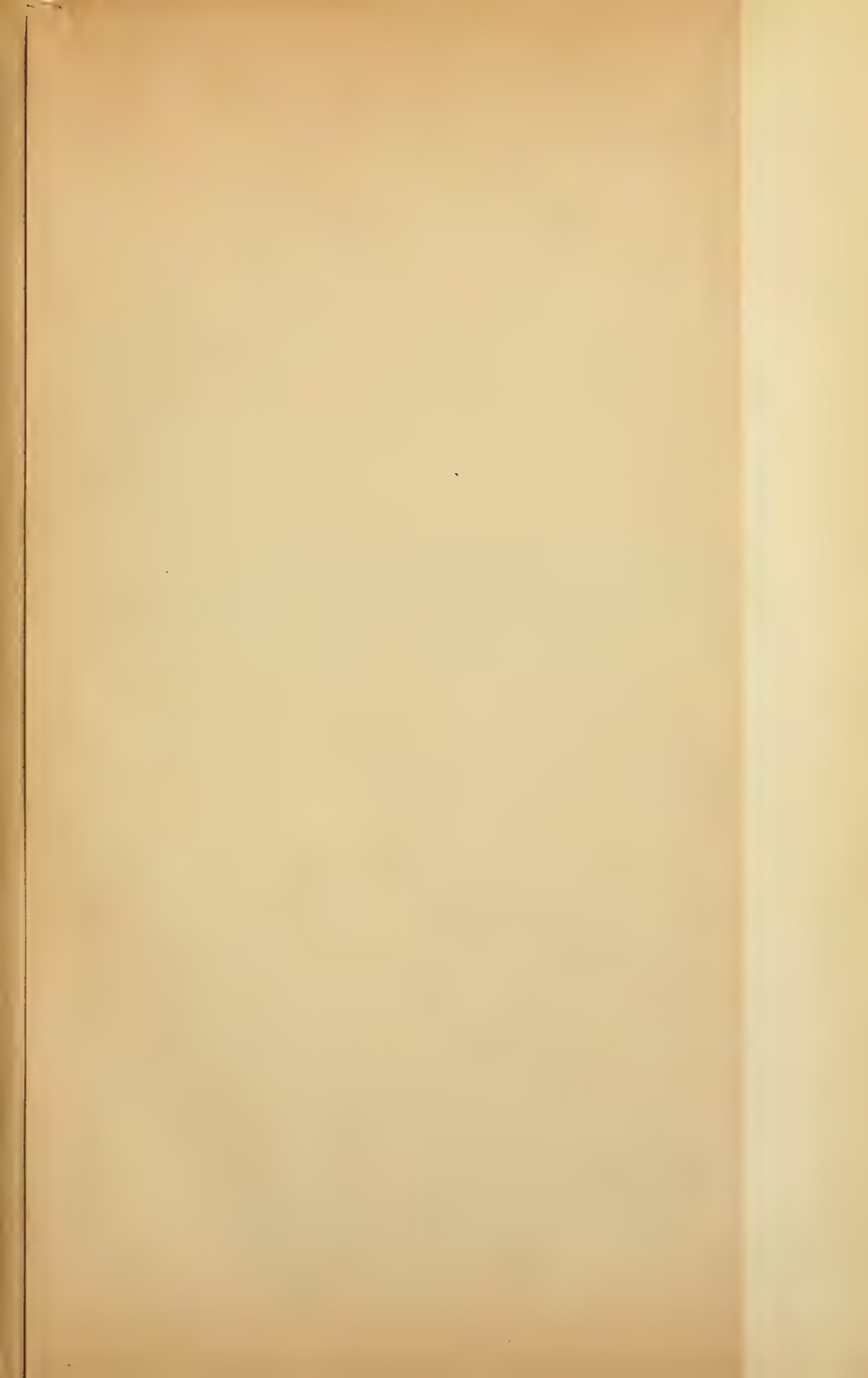


Fig. 1.

LA FALAISE AVANT LA CORRECTION DES EAUX DU JURA

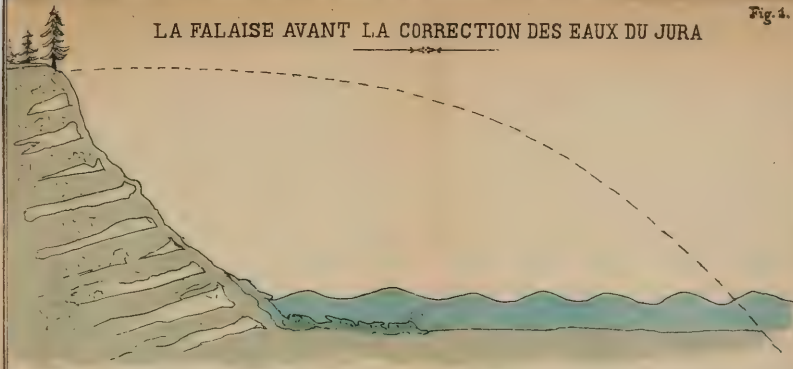
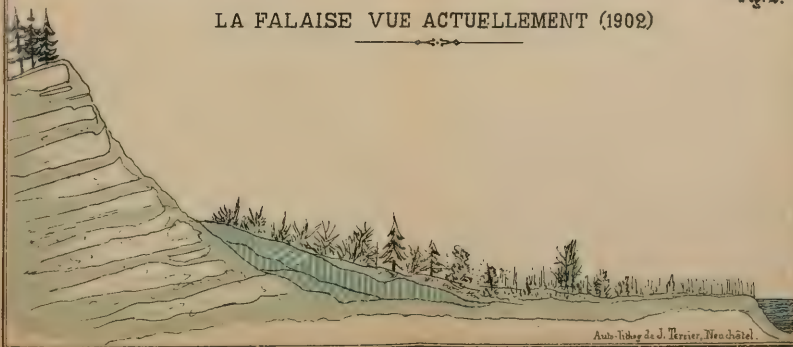


Fig. 2.

LA FALAISE VUE ACTUELLEMENT (1902)



moins mamelonné, dont la végétation s'emparera complètement et en changera enfin radicalement le faciès.

Au lieu des facettes étincelant sous les rayons du soleil couchant et brillant comme une rivière chevronnée de pierres précieuses encadrées de verdure, nous n'aurons plus qu'un paysage boisé, fort intéressant sans doute, toujours agréable à l'œil, mais qui sera loin de valoir le spectacle que nous admirons avec tant de satisfaction aujourd'hui.

Hâtons-nous donc de jouir du spectacle et engageons nos artistes peintres à créer pour nos musées quelques souvenirs pouvant servir de témoins et rappeler aux générations futures ce que furent les brillantes falaises de la rive sud du lac de Neuchâtel au XIX^{me} siècle.

Séance du 22 novembre 1901

APPAREIL

MONTRANT LES MODIFICATIONS DU COURANT ALTERNATIF

PAR ROBERT WEBER, PROFESSEUR

La nature oscillatoire des courants alternatifs détermine des phénomènes complexes dès que le circuit du courant est, en partie, formé par des conducteurs de dispositions, de forme et d'étendue particulières, ou que des masses métalliques magnétiques ou simplement conductrices se trouvent dans le voisinage du circuit; c'est l'effet de la selfinduction et de la capacité sur le développement du courant. Dans le cas d'un courant nettement sinusoïdal, l'étude des phénomènes dus à l'effet de la selfinduction et de la capacité est accessible au calcul; on détermine exactement la valeur instantanée de toutes les qualités du courant alternatif.

Il n'en est pas de même quand l'étude des phénomènes doit être purement expérimentale, et, pour tant, elle devrait précéder celle-là. La base de toute l'étude, soit la périodicité du courant et le fait que les périodes peuvent affecter bien des formes, autres que la forme sinusoïdale, n'est déjà pas facile à constater expérimentalement dans les cours. Aussi, en se passant de longues mesures assez délicates, on se contente de signaler des phénomènes périodiques analogues, tirés de l'hydraulique, de l'acoustique, de l'optique. Les modifications du courant dues à la pré-

sence de la selfinduction et de la capacité ne trouvent que peu et d'imparfaites analogies.

Le tube du professeur Braun (Strasbourg) a permis cependant de rendre visibles et de fixer les déformations que peut subir le courant alternatif. Des travaux très intéressants ont été publiés à ce sujet ces dernières années par M. Braun lui-même, par MM. Wehnelt et Donath, par M. Weinhold dans les *Ann. de Wiedemann*, dans le *Journal de Physique* et dans la *Elektrotechnische Zeitschrift* (Berlin).

Ci-après je donne la description d'un appareil pouvant montrer ces mêmes déformations du courant alternatif de la manière la plus simple.

Un électro-aimant polarisé est composé d'un aimant en acier de 25 cm. de longueur et d'un électro-aimant de 6 cm. de longueur, l'un formant le prolongement de l'autre. Le noyau de ce dernier, un faisceau de fils de fer minces de 1 cm. de diamètre, est introduit et fixé dans un bloc de fer doux qui embrasse l'un des pôles de l'aimant, dans le but de réunir dans le noyau un grand nombre de lignes de force magnétique. La bobine a 3000 tours de fil mince et 280 ohms de résistance. L'aimant a un moment magnétique d'environ 8600 unités. Devant l'électro-aimant se trouve une capsule manométrique, comme M. König l'a employée avec grand succès en acoustique. Sa membrane en papier bien gommé porte un petit bloc de fer doux. La bobine de l'électro-aimant est introduite dans le circuit du courant à étudier. On observe l'image de la petite flamme dans un miroir tournant.

La fig. 1 donne l'aspect extérieur de l'appareil.

Il convient de régler la sensibilité de la flamme. Cette sensibilité est la plus grande quand la flamme

(ce n'est pas le gaz qui s'échappe) donne un son assez fort et pur.

Les éléments qui font changer la hauteur et la sensibilité de la flamme sont nombreux : l'élasticité et les dimensions de la membrane, la pression du gaz d'éclairage, la grandeur de l'ouverture du petit bec, la distance de la membrane au noyau de l'électro-aimant, le rapport de l'intensité du courant à l'inten-

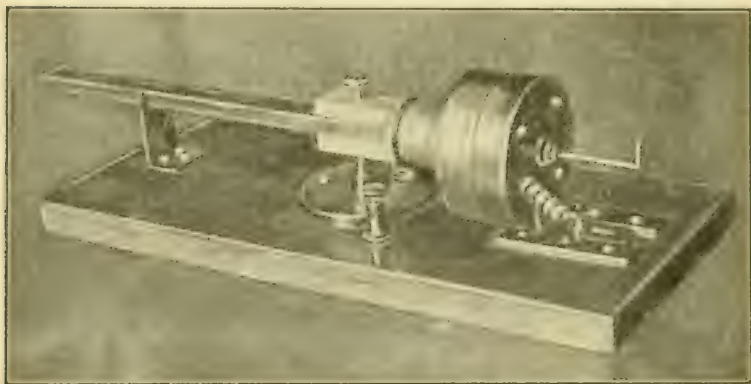


Fig. 1.

sité magnétique et même la polarité de l'électro-aimant. De là la nécessité de régler et la grandeur de la flamme et la distance de la capsule manométrique pour chaque groupe d'appareil, soit pour chaque circuit, réglage qui se fait en quelques secondes.

A titre d'exemples, je donne les dessins des flammes pour quelques dispositions caractéristiques. Il résulte de ce qui précède que ces images n'ont rien d'absolu ; elles ne sont comparables entre elles que par groupe.

Les fig. 2a et 2b se rapportent à du courant continu, rendu alternatif par un commutateur rotatif ; le

circuit ne contient, en dehors de la source d'électricité et de la bobine de l'appareil, que ce commutateur; la différence des images est due à la vitesse de

Fig. 6 a.

Fig. 2 b.

Fig. 3 a.

Fig. 3 b.

Fig. 4 a.

Fig. 4 b.

Fig. 4 c.

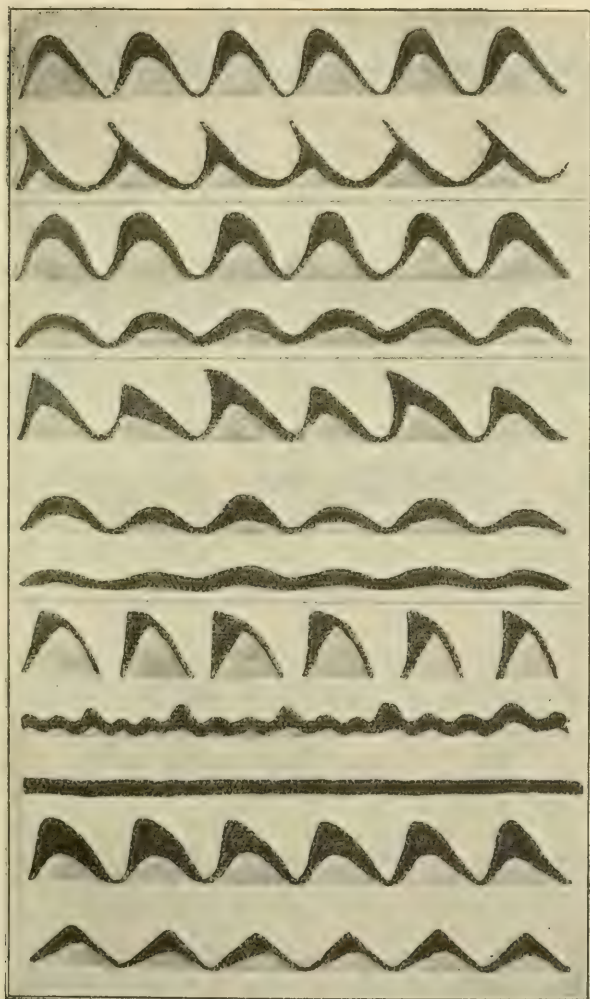
Fig. 5 a.

Fig. 5 b.

Fig. 5 c.

Fig. 6 a.

Fig. 6 b.



rotation, plus grande dans le second cas que dans le premier.

Toutes les autres figures se rapportent à du courant alternatif fourni par l'usine centrale de la ville.

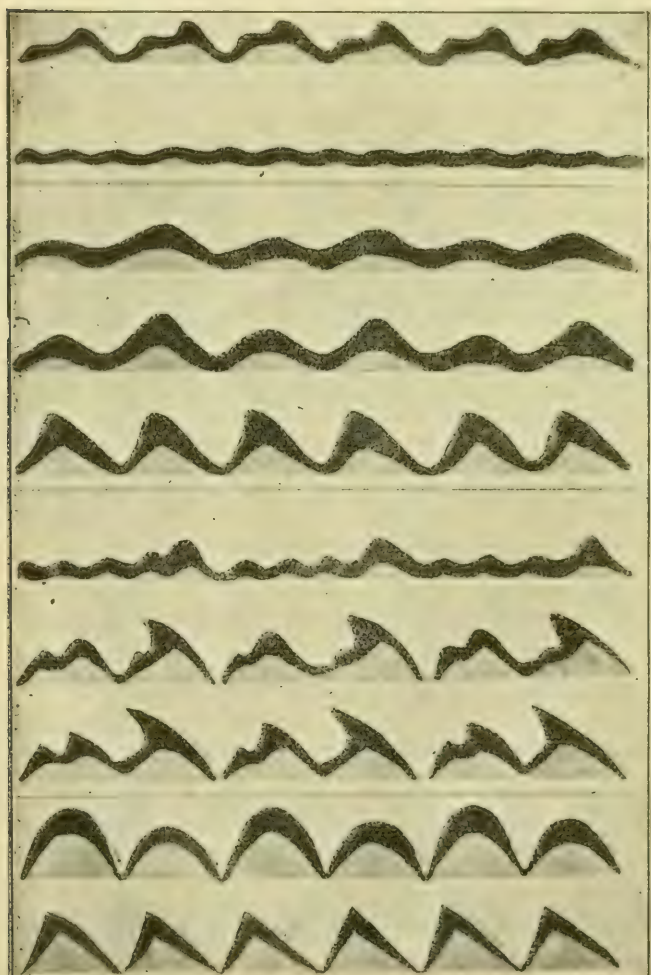


Fig. 6 a.

Fig. 6 b.

Fig. 7 a.

Fig. 7 b.

Fig. 7 c.

Fig. 8 a.

Fig. 8 b.

Fig. 8 c.

Fig. 9 a.

Fig. 9 b.

Dans le cas de la fig. 3*a*, le circuit contient une lampe de 100 volts; dans 3*b* cette lampe est remplacée par une bobine avec un grand nombre de spires, mais sans noyau; sa résistance est 280 ohms.

Pour 4*a*, le circuit est identique à celui de 3*b*, mais la membrane a été rapprochée de l'électro-aimant; ensuite 4*b* donne l'effet d'un cylindre plein en fer doux (7 cm. et 4 cm.) introduit dans la bobine, et 4*a* quand ce cylindre plein est remplacé par un faisceau de fils de fer de 30 cm. sur 4 cm.

La fig. 5*a* donne la flamme quand il n'y a que l'appareil dans le circuit. En introduisant un condensateur dont la capacité est 1,3 microfarad, on obtient la fig. 5*b*, et pour 0,1 microfarad la fig. 5*c*.

Le même circuit que fig. 3*b* donne aussi fig. 6*a*. En disposant parallèlement à la bobine sans noyau le condensateur de 1,3 microfarad on obtient la fig. 6*b*, et puis la fig. 6*c* en introduisant dans la bobine le cylindre plein, et la fig. 6*d* avec le faisceau de fils de fer.

Dans le cas de la fig. 7*a*, le circuit contient les mêmes éléments que pour fig. 6*a*, mais ils sont en série. Introduisant le cylindre plein, on obtient la fig. 7*b*, et par le faisceau de fils de fer la fig. 7*c*.

Le circuit ne contient que le condensateur de 1,3 microfarad pour les fig. 8*a*, 8*b* et 8*c*, mais la force électromotrice du courant alternatif a été changée de $Ea = 30$ volts à $Eb = 60$ volts, à $Ec = 80$ volts.

Enfin, la fig. 9*a* étant l'image quand le circuit ne contient que l'appareil, elle devient la fig. 9*b* en introduisant encore une batterie à polarisation de 40 petits éléments fer-solution de soude.

Observations et particularités techniques, géologiques
et hydrologiques relatives à l'établissement du grand barrage
de la Sarine, à Fribourg

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR CIVIL

Quelques notables de Fribourg assistant à l'inauguration du projet des eaux de Neuchâtel, me sollicitèrent en 1867, comme l'un des fondateurs de la Société des eaux de Neuchâtel et directeur technique de la première œuvre qui donna à notre ville de l'eau à domicile à haute pression dans toutes les maisons, chose réalisée alors pour la première fois en Suisse¹, me sollicitèrent, dis-je, de doter leur ville des mêmes avantages et de bien vouloir m'occuper de cette question.

Parcourant les flancs de la Berra, je trouvai sur les escarpements et affleurements du flysch et des terrains tertiaires de cette région d'innombrables sources susceptibles de faire le bonheur de Fribourg, comme alimentation d'eau, soit comme qualité, soit comme volume et surtout comme pression.

Malheureusement, il fallait 600 000 fr. en ces temps d'explosifs coûteux, de fonte à prix élevé et de transports en pays accidenté également fort dispendieux,

¹ Bâle réalisa ce progrès à la même époque avec les eaux de Grel-lingen.

pour réaliser le problème fribourgeois des eaux avec l'ampleur que je lui désirais.

La ville ne pouvant faire cette dépense, vu sa participation aux 40 millions d'emprunt fait par le canton pour créer sa ligne de chemin de fer, il me fut répondu qu'une société des eaux, semblable à celle de Neuchâtel, serait la bienvenue et qu'il lui serait fait des conditions favorables, cas échéant de propositions fermes.

Je demandai deux cents poses des forêts du Burgerwald (côtes de la Berra) comme subvention en lieu et place de subvention sonnante; cela ne se pouvait pas, la ville voulant vendre ses forêts dont inventaire avait été fait et les prospectus des conditions de vente ayant été lancés déjà partout.

J'offris alors de retenir les forêts de la ville au prix d'inventaire et de créer une société des eaux, avec programme de développement industriel très vaste, assurant l'avenir de la cité sous le double rapport des eaux et de la force motrice.

Mes propositions furent acceptées.

Telle est la genèse de la transformation actuelle de Fribourg, qui ne le cède certes, sous ce rapport, à aucune ville suisse, de même que le canton, avec ses 22 000 chevaux de force disponible en ce moment, peut résoudre actuellement sur son territoire tous les problèmes de distribution générale de force, de lumière, de traction de chemins de fer et tramways, d'édilité et d'industrie qui se rattachent à cette branche de l'activité humaine.

Le grain de sénévé que j'ai pu semer se transforme peu à peu en un arbre gigantesque, et les 60 000 chevaux hydrauliques de force théorique totale du canton, dont

je parlais dans une conférence publique faite à Fribourg en 1868, sont en œuvre pour le premier tiers déjà; le reste suivra sûrement avec le temps.

Programme technique.

Le petit plan fig. 1 donne le canevas du programme technique tracé à l'époque, et une convention conclue avec la ville en mai 1869 m'aliénait les 1420 poses de forêts, moyennant l'exécution et l'exploitation d'un vaste projet industriel dit des eaux et forêts et le paiement d'une somme de 1 400 000 fr. à solder pour prix des forêts.

En résumé, le projet comprenait :

a. La construction d'un barrage sur la Sarine, de 10 m. de hauteur, permettant l'utilisation de toute la force hydraulique de la rivière en ce point-là;

b. L'installation des engins nécessaires pour l'utilisation de la dite force;

c. L'élévation d'eau d'alimentation dans un réservoir situé à 160 m. au-dessus de la Sarine et de 6000 m³ de capacité;

d. L'établissement de filtres dans les graviers de la Sarine, assurant de l'eau fraîche, limpide et pure à l'alimentation.

e. La conduite maîtresse alimentant la ville devait, tout en assurant la pression nécessaire à l'alimentation, pouvoir distribuer par petits moteurs 350 HP de force à domicile aux abonnés;

f. Un réseau complet de conduites secondaires avec hydrants et susceptible de pouvoir fournir partout de l'eau à domicile, tant pour l'alimentation que pour la distribution des petites forces prévues ci-dessus:

g. La transmission sur des terrains à niveau de la gare par câbles télodynamiques des forces de la Sarine non absorbées par l'élévation des eaux, forces à utiliser dans des usines à créer par le concessionnaire, ou à vendre à des abonnés au prix du charbon nécessaire pour produire par machines à vapeur la même force sur l'arbre moteur de leurs usines;

h. Enfin le projet prévoyait sur le lac créé par le barrage un établissement de pisciculture et pêcheries, des bains froids et chauds séparés pour dames et messieurs, des écoles de natation, un patinage, des glacières, etc.;

i. La ville abandonnait au concessionnaire les produits de ses canaux d'égout, à charge par celui-ci de les exploiter par irrigation ou par traitement industriel;

k. L'Etat avait de même abandonné au concessionnaire la pêche des 60 lieues de cours d'eau du canton en amont du barrage, moyennant repeuplement et mise à disposition du public dans les viviers de l'établissement de pisciculture de poisson vivant, aux prix courants de la saison.

C'était là un effort assurément intéressant, puisqu'il était basé sur une véritable association de l'initiative privée avec celle des autorités tant cantonales que communales engagées dans le problème. En effet, l'énumération de ce vaste et formidable programme suffit pour se rendre compte du colossal effort fait alors à Fribourg pour mettre cette ancienne et pittoresque cité au niveau de ce qui se faisait ailleurs de mieux en fait de progrès édilitaire et industriel.

Choix du système technique.

Deux systèmes se présentaient pour mettre en œuvre les forces hydrauliques de la Sarine :

1^o Barrer hardiment la rivière réputée dangereuse, puisqu'en quelques heures ses crues subites en portent le débit de 10 ou 20 m. cubes à 1000 ou 1200 m. par seconde¹ et créer immédiatement en aval de l'obstacle une chute de 10 à 12 m. avec usine hydraulique utilisant les 1500 chevaux de l'étiage ordinaire ou les 3000 que l'on pouvait obtenir avec accumulation hydraulique en amont du barrage.

Ou bien :

2^o Etablir une prise d'eau avec seuil bas. Une dérivation de 3 à 4 km. de la Sarine avec sa pente moyenne de 3 ‰⁰⁰ aurait suffi pour produire la même chute de 10 à 12 m. dont j'estimais avoir besoin.

Ce dernier système n'étant pas susceptible d'accumulation, vu l'orographie des lieux, je me décidai pour le premier, malgré les grandes difficultés d'exécution.

Le barrage.

La Sarine est la rivière la plus sinueuse du territoire suisse dans sa traversée des terrains tertiaires depuis Bulle à sa jonction avec l'Aar². Le contour du

¹ J'avais prévu 1000 m³ dans mes calculs comme débit maximum, mais on se récria et les experts appelés pour disséquer mes projets fixèrent à 1300 m³.-seconde le volume des hautes eaux de la Sarine en cas de crue exceptionnelle.

² Voir comme exemple la figure qui représente la dérivation de Thusis-Hauterive.



1. Cathédrale de St Nicolas - 2. Chancellerie - 3. Hôtel des Postes - 4. Hôtel de Ville - 5. Tillou - 6. Statue du P Girard.
7. Eglise de Notre-Dame - 8. Grenelle - 9. Couvent des PP Cordeliers - 10. Couvent de la Visitation - 11. Couvent des Capucins - 12. Hôtel de la Préfecture - 13. Temple protestant - 14. Hôpital bourgeois - 15. Collège St Michel - 16. Caserne - 17. Lycée - 18. Couvent des Ursulines - 19. Maison de force - 20. Eglise des Augustins.

Créations diverses :

1. Conduites maitresses - 2. Conduites d'irrigation - 3. Plan ferré servant à monter les bois et la glace - 4. Chemin longeant la loi de Pérolles - 5. Fabrique de concentration des égouts - 6. Nouveau parc à creier - 7. Fontaines monumentales - 8. Filtres pour l'eau potable - PP. Ruliers de transmissions avec câbles télodynamiques.

Echelle : 1 : 15.000.

Auto-lith. de J. Tercier, Neuchâtel.

Botzet présentait un point favorable immédiatement en amont de Fribourg pour y asseoir et fonder un semblable massif de maçonnerie en gros béton de ciment (voir fig. 2).

Les dimensions du barrage sont :

Longueur 195 m., y compris les fondations non apparentes rive droite sous le bassin de prise d'eau et leur allongement sous les éboulis de l'escarpement mollassique pour assurer en toute sécurité l'ouvrage contre les érosions en cas de crue intense de la rivière;

Largeur 14 m. en fondation normale pour une profondeur sous l'eau d'aval de 3 à 5 m. (voir fig. 3 et fig. 4).

Largeur 16 à 18 m. pour une profondeur de fondation de 5 à 8 m.;

Enfin, la largeur de fondation atteint 25 à 26 m. sur une longueur du barrage de 8 à 9 m. là où la profondeur de fondation atteint 10 à 11 m. sous le même niveau de l'eau en aval du barrage.

Au-dessus des fondations, le barrage varie de 8 à 10 m. de largeur à sa base pour finir à 6 m. en couronne sur laquelle passent non seulement les piétons et promeneurs, mais qui sert de déversoir aux eaux lorsque la tranchée de trop-plein ne suffit pas malgré sa largeur considérable de 55 m. à l'entrée et de 30 m. au milieu.

Je fixai ces formidables épaisseurs de fondations pour éviter toute surprise, n'admettant pas que dans un cas pareil le technicien créateur d'une semblable œuvre puisse se contenter de la marge fixée par la pratique pour se garer contre tous les imprévus tels que malfaçons, matériaux de qualités inconnues et décom-

position possible de quelques-uns de ceux-ci, infiltrations, oscillations de l'écorce terrestre, etc., etc.

Le cube du monolithe de béton est de 31 000 à 33 000 m.³; il s'arqueboute en arc de cercle contre le rocher des deux rives; sa hauteur maximale est de 20 à 21 m. et 13 m. au minimum.

Sa construction, y compris les fondations de l'usine hydraulique, a exigé plus de 1000 wagons de ciment, fourniture qui a fait le bonheur des fabricants de Noiraigue.

La Sarine, lors de ses crues subites¹, fournissait abondamment les sables, les graviers et cailloux nécessaires à la confection des maçonneries de béton; la rivière les déposait en terrasse tout près des chantiers.

Grâce à des procédés très simples de confection des mortiers et à cet approvisionnement naturel sur place des matériaux par la rivière elle-même, le béton de ciment n'a coûté que 10 à 11 fr. le mètre cube dosé à 250 kg. de ciment par mètre cube. Le barrage en entier, avec sa tranchée de trop-plein de 40 000 m³., le tunnel d'évacuation provisoire de la Sarine percé sous le promontoire du Botzet, enfin avec les formidables épuisements opérés par trois machines à vapeur et une dizaine de pompes, fut exécuté avec une dépense totale de 450 000 fr., alors que des entrepreneurs nous demandaient 1 400 000 fr. pour le construire à forfait. Ceci rapidement indiqué pour les techniciens de notre société que cela pourrait intéresser, passons aux considérations d'ordre scientifique sur lesquelles je crois utile d'attirer votre attention.

¹ Les chantiers ont été submergés une douzaine de fois pendant la construction des travaux hydrauliques.

I. Puissance d'érosion de la Sarine.

Le lac de Péroilles, comme nous l'appelions, formé par la retenue des eaux à l'amont du barrage, s'étendit sur 2500 m. de longueur et fut rempli en 1872 (voir fig. 2). Dès cette année-là, les eaux s'écoulèrent par la tranchée de trop-plein taillée en pleine molasse. Or aujourd'hui, après 30 années, l'usure de la tranchée est d'au moins 1 m. d'épaisseur en moyenne et à son entrée il a fallu, après une dizaine d'années, établir une chaussée de 0^m,80 de hauteur pour compenser l'usure et maintenir le niveau du lac à sa cote normale.

La hauteur des escarpements rongés par la Sarine à Fribourg étant de 100 m. environ, avec une usure semblable et proportionnelle, on arriverait à $30 \times 100 = 3000$ ans de durée. Mais il y a une correction à faire, car la largeur du fond de la vallée était au moins deux fois celle de la tranchée; donc à pente égale l'érosion fut deux fois moins intense et rapide.

D'autre part, l'usure peut être admise approximativement comme proportionnelle à la vitesse, soit à la racine carrée des pentes. Celle de la tranchée est de 1 ‰; la pente générale de la Sarine est de 3 ‰ ou trois fois moindre, donc usure comme $\sqrt{1}$ est à $\sqrt{3}$; soit 1,75 fois moindre. Ces données auraient donc été de

$$2 \times 1,75 \times 3000 \text{ ans} = 10\,500 \text{ ans.}$$

Mais un dernier facteur intervient: c'est celui des graviers quaternaires ou galets de la rivière, qui agissent tantôt comme élément protecteur ou surface mollassique contre l'action de l'eau lorsqu'ils sont au repos, tantôt comme facteur d'usure rapide lorsqu'ils

sont en mouvement, témoin les marmites du canal de trop-plein déjà relativement énormes et dont je m'occuperai plus loin.

Des expériences et observations pourraient facilement être faites en certains points de la Sarine à contours brusques, et permettraient de trouver et de fixer un facteur assez approximatif pour être indiqué et appliqué ici; malgré cette lacune j'ai cru utile de donner le résultat chiffré de mes observations sur l'érosion observée, ces données pouvant être de quelque utilité pour d'autres chercheurs.

Les calculs de feu Morlot, l'archéologue bien connu, sur l'antiquité des habitations lacustres, estimée au moyen du cône de déjection de la baie de Montreux qui les recouvrait, avec échelle de mensuration et au moyen des objets romains trouvés dans une zone du même cône au-dessus, étaient sujets assurément à autant d'imprévu et de facteurs d'erreur possibles que ceux que j'ai l'honneur de vous soumettre.

D'autres calculs semblables, basés sur l'avancement de l'ensablement du lac de Bienne depuis la fondation de l'abbaye de Saint-Jean, construite au bord du dit lac au XI^{me} siècle et aujourd'hui distante de près d'un kilomètre de ce même lac, autre échelle au moyen de laquelle on proposa jadis d'évaluer l'âge des palafittes des tourbières en amont de Saint-Jean. Ces calculs sont évidemment d'une approximation aussi problématique que les miens et si je les rappelle c'est pour justifier ma prétention de donner ceux-ci¹.

¹ Le tunnel romain de Hagneck, que le géologue Gressly et moi avons exploré et coupé par celui qu'une société bernoise construisait en 1857 ou 1858 eût permis aussi de calculer l'âge de formation par érosion du blanc-fond du lac de Bienne et par suite de la durée des grandes érosions quaternaires des rives sud des lacs de Bienne et de Neuchâtel, mais je ne puis m'étendre là-dessus.

La mesure de la durée des érosions du tertiaire de la plaine suisse donnerait approximativement la durée de l'époque quaternaire jusqu'à nos jours, de même que des observations analogues d'usure des roches jurassiques permettraient de calculer la durée d'usure des cluses du Jura; j'aurai, je l'espère, dans une prochaine communication, l'occasion de donner quelques autres résultats d'observations sous ce rapport.

*II. Observations concernant les cavités,
marmites et fissures observées dans les travaux hydrauliques
de la Maigrauge.*

Lors de la mise à nu de tout le travers de la vallée pour y asseoir solidement le massif de béton du barrage, c'est-à-dire mise à nu d'une surface d'environ 5000 m. carrés (demi-hectare), dont la moitié fut piquée en redans pour favoriser l'attache des bétons au sol et empêcher tout glissement de la masse, sous l'effort des 15 millions de kilogrammes qui pèsent contre elle horizontalement d'amont en aval¹, quelques particularités inattendues se présentèrent.

Parmi celles-ci, les marmites perforées dans la mollasse par la rotation de cailloux morainiques entraînés par l'eau tourbillonnant dans leurs cavités et rongéant les parois et le fond de celles-ci furent des plus curieuses.

Je citerai principalement parmi les quelques douzaines de cavités ainsi formées et mises à nu l'une d'elles, la plus remarquable. Elle avait 1^m,50 de dia-

¹ Cette pression horizontale peut être comparée à celle verticale d'un train de 1500 wagons sur un pont de 200 mètres de longueur ou de 50 trains superposés de 30 wagons de 10 tonnes chacun.

mètre, présentait la forme d'un puits cylindrique vertical, aux parois presque parfaites, avec quelques stries horizontales; elle se prolongeait dans la roche du lit à une profondeur telle qu'arrivé à 4 mètres je dus faire cesser le travail de nettoyage que je poursuivais par pure curiosité plutôt que par nécessité technique, ayant pour objet la solidité des fondations du barrage en construction.

Il importe de faire remarquer que la dite marmite se trouvait dans le voisinage assez immédiat d'un approfondissement brusque du lit de la Sarine, où, sous l'influence d'un rapide très prononcé comme pente et d'une forte pression d'eau, les cailloux de volume moyen qui remplissaient la cavité devaient tourner avec la dernière aisance et une grande vitesse sous l'influence tourbillonnante de l'eau motrice (fig. 4). Chose encore plus remarquable, le puits-marmite, lors de son curage, était envahi par de l'eau souterraine arrivant de bas en haut, soit par une source jaillissant probablement de ses parois ou de son fond et provenant d'un clivage ou d'un délit de la mollasse atteint par le puits ainsi perforé (fig. 5).

En fait de cavités, nous eûmes la malchance de tomber, en avançant les ouvrages, en un point excavé B (fig. 6), à escarpement brusque A, à parois verticales si hautes, que je dus modifier le tracé du barrage et le reporter plus en amont selon la ligne C D E, au lieu de celle P Q R primitivement fixée.

De plus, dans cet escarpement A, il doit exister des fissures et cavités de dimensions assez considérables, qui donnèrent lieu à des incidents fort étranges dont je parlerai plus loin à propos des saumons qui remontent en assez grand nombre la Sarine.

La mollasse est une roche sédimentaire de nature assez compacte et homogène, présentant peu de fissures, failles ou clivages, ce qui résulte de sa nature plus tendre et moins cassante que celle des roches du Jura et de l'impuissance des efforts orogéniques cependant si formidables de la fin du Tertiaire, à craqueler une masse sédimentaire sablonneuse encore molle et se prêtant sans grands bris de structure aux déformations qu'elle a dû subir alors pour prendre son relief actuel.

Toutefois, les rares fissures qui se montrent sont des points d'attaque facile à l'eau affouillante et l'escarpement dont je viens de parler fut précisément dû probablement à un grand clivage qui favorisa l'érosion de la roche du lit de la Sarine en ce point à contour assez brusque.

D'autre part, lorsqu'un clivage se présente dans un rapide, les cailloux roulés par la rivière sont facilement retenus dans les fentes de ce clivage et y engendrent par rotation de nombreuses marmites qui peu à peu prennent de l'importance et parfois forment de véritables chapelets activant l'érosion rapide du lit fluvial.

On peut voir dans le canal de trop-plein du lac de Pérolles une de ces fissures avec une série de marmites en formation, marmites fort irrégulières et déformées par l'irrégularité de la fissure qui les relie.

A l'aval de ce canal de trop-plein se trouvent de nombreuses marmites en formation et période de pleine extension; elles varient de dimensions et atteignent jusqu'à 1 m. de profondeur ou même 1^m,20 et ont de 10, 20, 30 à 50 cm. jusqu'à 1 m. et même plus de diamètre horizontal.

Les fig. 7, 8 et 9 donnent les formes typiques des marmites visibles dans la tranchée du déversoir. La figure 9 représente un chapelet de marmites. Les parois qui les rejoignent disparaissent peu à peu et finalement le tout se transforme en ces surfaces gauches arrondies, se raccordant les unes aux autres à la façon d'un tapis que l'on secoue et laisse retomber sur une surface plane sans le soumettre à une tension par ses bords.

Le type 7, auquel on pourrait donner le nom de marmite en cul de bouteille, résulte du mouvement giratoire de graviers et sables suffisamment petits pour que la force centrifuge les éloigne du centre, ce qui arrive fréquemment.

Le type 8, que l'on peut appeler marmite à fond concave, résulte d'une diminution de vitesse de rotation de la mitraille tourbillonnante qui lui permet de frotter le fond plutôt que les parois, ou bien d'un gros caillou roulé qui ne peut que tourner au centre de la marmite sur son petit axe.

Il fut construit en 1880 une échelle à poissons, donc huit années après la création de la tranchée de trop-plein du lac. Cette échelle est aujourd'hui presque détruite ensuite de la formation rapide de marmites dans chaque gradin. Ces marmites atteignent quelques-unes plus de 1 m. de diamètre et des profondeurs allant jusqu'à plus de 3 m.

Cela prouve avec quelle rapidité l'eau peut user la mollasse et vient à l'encontre de l'opinion de ceux qui se figurent qu'il faut des centaines et des milliers de siècles pour former des ravins et vallons d'érosion comme ceux de la Sarine.

Ici se place, pour terminer ce chapitre des cavités

de la mollasse dans le lit de la Sarine au barrage de Fribourg, l'inénarrable aventure des saumons remontant cette rivière.

Lorsque le remplissage du lac de Pérolles fut effectué, la rivière en aval du barrage fut mise à sec pendant environ dix-huit heures. Dans le lit de la rivière nous vîmes se débattre deux gros poissons d'environ 25 livres chacun : c'étaient deux saumons qui firent les délices de quelques administrateurs de la Société des eaux et forêts et de leurs invités, prélude de ce qui allait arriver.

En effet, quelques jours après, la Sarine s'écoulant par la tranchée de trop-plein du lac et formant une chute de 10 à 11 m. de hauteur, laissait au pied du barrage, dans la partie profonde affouillée, un grand étang ou loquia, dans lequel apparurent bientôt toute une collection de poissons blancs, parmi lesquels aussi des truites et ombres et enfin une trentaine de gros saumons, dont plusieurs individus atteignant 30 livres. Toute la tribu se promenait de temps à autre majestueusement dans l'étang leur servant de réservoir d'arrêt dans leur pérégrination manquée.

La Société de pisciculture, à qui le poisson appartenait, appela à l'aide les pêcheurs de la ville avec leurs éperviers pour s'emparer des superbes échantillons de salmonides si inopinément retenus dans le traîtreux étang.

On s'empara ainsi facilement d'un peu de menu fretin, mais de gros poisson pas trace dans l'épervier, malgré force sueurs et persévérance des pêcheurs. Les saumons réapparaissaient quelques heures après et recommençaient leurs majestueuses promenades. Des chasseurs appelés vinrent et se mirent à l'affût, à

distance, le soir, lorsque le calme régnait et que quelques-uns des géants se hasardaient à reparaitre.

Peines et coups de feu perdus, ces nemrods ignorant les lois de la réfraction dans l'eau visaient toujours l'image apparente de la bête et en manquaient constamment le véritable objet: deux ou trois saumons seulement gagnèrent à ce jeu l'un un dos légèrement percé, les autres un bout de la nageoire caudale entamé, ce qui ne les empêchait pas de venir le lendemain narguer de plus belle leurs adversaires déconfits

Toutefois, pendant une nuit, avec mille précautions, je réussis, en compagnie du garde de nuit, à harponner un jeune étourdi de 18 livres, premier fruit ou résultat de plus de huit jours de lutttes avec les vaillants salmonides. De guerre lasse, la partie étant finalement abandonnée par les nemrods et pêcheurs à l'épervier, je me dis qu'il fallait en finir par l'emploi des grands moyens et j'eus recours à la dynamite. Trois cartouches coulées au milieu de l'étang et allumées firent arriver à la surface toute une nappe flottante de poissons blancs et une truite saumonée de 12 livres. Des saumons, pas un seul! Je les croyais repartis pour l'aval lorsque le lendemain nouvelle promenade de quelques-uns des mâtadors bien connus de la troupe. Nouvelle charge de 10 cartouches de l'explosif immergées plus profondément et soulèvement considérable de l'eau par l'explosion. Résultat : zéro. Ni fretin, dont il ne restait plus trace dans l'étang, ni saumon! On peut juger de l'ébahissement des curieux et de celui qui écrit ces lignes lorsque derechef, deux jours après, les vaillants poissons réapparurent, et bien les mêmes, puisque

celui au dos percé et celui à l'appendice caudal entamé faisaient partie du cortège.

Ainsi nargué, je recommençai, et cette fois avec une charge de 25 cartouches immergées encore plus profondément, je soulevai toute la masse entière de l'eau de plus de 4^m,50 au centre d'explosion. Vaine tentative! Pas davantage de saumons!

Nouvel essai, cette fois avec 50 cartouches coulées à fond. Explosion véritablement formidable et majestueuse. La lentille soulevée, de 50 m. de diamètre, présentait environ 2^m,50 de flèche en A, au centre, et l'ébranlement circonvoisin fut tel que j'eus, à l'aspect du phénomène, un moment d'émotion et de crainte pour les travaux voisins du barrage et des fondations de l'usine hydraulique. Quant aux saumons, que je croyais pulvérisés cette fois, pas trace ni vestige d'aucun, et le lendemain, nouveau cortège de ces poissons, plus dispos que jamais à nous narguer.

L'épervier, le fusil, la dynamite, quoi, toute la physique reconnue impuissante, il restait la chimie; ne voulant pas en démordre, je fis venir une dizaine de gros tonneaux, soit deux voitures de chaux grasse, et transformai l'eau de l'étang en un vrai brouet blanc comme lait. Cette fois, la réussite devait être certaine. Vaine attente pendant huit jours. Aucun saumon ne fut atteint, et lorsque l'eau eut déposé et fut redevenue quelque peu claire par l'arrivage souterrain d'eau venant on ne sait d'où, nouvelle réapparition des poissons. Cela devenait stupéfiant. Finalement, je fis venir le célèbre Fasnacht, pêcheur et chasseur de Montilier, avec son grand filet, et nous enveloppâmes la nuit l'étang en entier avec cet engin, puis, après quelques heures d'attente, nous relevâmes au dernier moment et brusquement le mur du filet, là où je me

doutais que les saumons avaient une échappatoire souterraine.

Le succès, cette fois, fut complet. Six formidables pièces, pesant ensemble près de 150 livres, furent sorties de l'eau.

Et dans la nuit et la suivante, nous continuâmes le même jeu, et 30 saumons furent finalement le gain total de cette pêche incroyable et sensationnelle, après laquelle aucun saumon de cette remontée annuelle ne fut aperçu.

Mais l'explication du phénomène des poissons échappant à l'effroyable effet balistique ne peut se donner que comme suit (voir fig. 10) : L'étang était sûrement en communication avec quelque caverne de l'escarpement A, fig. 6, où les saumons se réfugiaient. D'autre part, la communication présentait un étranglement où venait s'arrêter l'effet violent et brusque de l'explosion, alors que l'eau de la ou les cavernes, avec peut-être des poches d'air, étaient à peine soulevée ou influencée par la pression, vu l'étranglement du passage. Il eût fallu placer la dynamite à un moment donné, puis, quelques heures après, une fois les saumons dehors, de loin, y mettre le feu au moyen d'une décharge électrique, mais à cette époque, l'outillage pour une semblable opération manquait ou eût été trop coûteux et eût dû être commandé d'avance, et à la première grande crue nos poissons eussent pris le chemin de la mer pendant que nous eussions attendu les appareils.

Telle est l'histoire absolument authentique et fort curieuse d'une pêche en Sarine, qui ne se reproduira pas de longtemps. Elle valait, je crois, la peine d'être *publiée quelque part* dans des annales scientifiques.

III. Observations relatives aux charriages de la Sarine.

La Sarine, rivière torrentielle alimentée par les glaciers du Sanetsch et du Wildhorn, traverse, depuis son départ des Alpes séparant le Valais des cantons de Berne et de Vaud, des terrains meubles de diverse nature, très propices à fournir abondamment, lors des crues, des volumes considérables de matières terreuses, graveleuses et arénacées, facilement entraînées lors des crues de l'impétueuse rivière.

La construction à Fribourg d'une muraille de 10 à 12 m. de hauteur au-dessus de son lit, fermant brusquement la vallée en formant un lac aux eaux tranquilles, de 2500 m. de longueur, devait donner naissance à un arrêt presque brusque dans la translation des graviers, sables et limons à l'amont de ce lac, en provoquer le remplissage et lui donner une durée nécessairement éphémère.

C'est la description de ce qui s'est passé sous ce rapport qui fait l'objet de ce chapitre et les chiffres qui en résultent sont fort intéressants.

La manière dont s'étagent les limons, les sables fins, les sables grossiers, les moyens et gros graviers est des plus instructives aussi pour se rendre compte de l'envahissement et du comblement de nos plaines de la Broye, de l'Orbe, du Seeland et de la Thielle.

Le lac de Pérolles fut créé en 1872, et son remplissage mit à sec la Sarine en aval pendant environ dix-huit heures, ce qui correspondait à un cube du lac de $(2500 \times 80 \times 5) = 1\,000\,000$ de mètres à un débit de 14 à 15 m³. d'eau par seconde.

Le profil en long A, fig. 11, au 1 : 4000, représente

approximativement le lac créé par le barrage au lendemain de la retenue des eaux par l'obstacle élevé au travers de la vallée.

La diminution de vitesse de l'eau mit brusquement fin au transport normal des graviers et sables charriés par la Sarine sur un espace de 2500 m. et donna lieu, de 1872 à 1902, aux diverses modifications de profil que je vais décrire.

Le profil B, fig. 12, donne le type de ce qui se produisit dans les cinq ou six années qui suivirent l'érection de l'obstacle.

En R, à l'amont du lac, les graviers s'accumulèrent par couches successives formées pendant les fortes crues de la Sarine, car lors des étiages et des volumes moyens d'eau écoulée par la rivière, celle-ci est limpide et ne déplace ni limon, ni sable et encore moins de graviers; chaque zone 1, 2, 3 ou 4, etc., de comblement correspondant à ces fortes crues et peut être figurée elle-même par un profil de répartition des matériaux étagés et talutés à peu près comme les représente le profil fig. 15.

- G Gros gravier résistant le mieux au courant.
- M Graviers moyens faisant suite aux précédents.
- N Graviers fins et gros sables succédant à la couche M.
- S Sables menus terminant superficiellement le comblement dû à la crue.

A cette masse (1) transportée par la forte crue en succédait une seconde (2), puis une troisième et ainsi de suite, si bien qu'aujourd'hui, sur 400 à 500 m. de longueur, la vallée est entièrement remblayée à l'amont du lac par des amas de graviers successifs étagés

comme triage, depuis les gros et moyens cailloux aux menus graviers comme l'indique le profil fig. 15.

Voilà pour le côté amont du lac.

Pour le reste du lac, aucun gravier n'y arrivait faute de vitesse d'entraînement suffisante, mais, en revanche, des masses de sables ténus et de limons l'envahissaient de plus en plus (fig. 13) et finirent, après une quinzaine d'années, de le combler entièrement (fig. 16).

Pour obvier à cet inconvénient destructeur du lac créé et en retarder l'échéance, j'avais prévu et installé dans le barrage, immédiatement au-dessus des fondations, un orifice de vidange de 6 m². de section avec vannages obturateurs mus par une turbine manœuvre spéciale de 15 chevaux de force. C'était un vrai plaisir que de voir ouvert le puissant appareil fonctionnant lors des crues sous 12 m. de charge, soit pour 6 m²., sous une pression totale de 72 000 kg. produisant une vitesse de 15 m. environ par seconde et un débit de près de 100 m³. pendant ce même temps. Malheureusement, mes successeurs dans la direction de l'entreprise négligèrent complètement, malgré mes avis réitérés, de faire fonctionner assez souvent le vannage de fond du barrage et de curage du lac, et après deux ou trois années de négligence, les fortes crues amenèrent force bois et débris de toute espèce contre le dit vannage, protégé cependant par un puissant grillage formé de rails de chemin de fer, si bien que le déblaiement de ces matériaux enchevêtrés les uns dans les autres devint impossible et coûta même la vie au scaphandrier que l'on y envoya trop tardivement tenter l'aventure du déblaiement.

Bref, aujourd'hui le lac (fig. 14) est comblé entière-

ment de vase sur les deux tiers aval de sa longueur et le reste est occupé par les graviers qui s'avancent de plus en plus et donnent lieu, en raison du remplissage, à une marche en ayant toute différente de celle que je viens de décrire. En effet, si sur le tiers environ de la longueur du lac le fond de la vallée est garni sur toute son épaisseur par les graviers charriés et déposés selon le rythme décrit fig. 12, aujourd'hui ce système de comblement a pris fin et les graviers entraînés marchent par-dessus les dépôts durcis des sables et des limons sans aucunement déformer ni entamer ceux-ci sérieusement, en sorte qu'il se forme une vraie couche de gravier variant de 0^m,50 à 1 m. ou même 1^m,50 d'épaisseur sur le banc d'argile ou de sable ténu. Ce curieux remplissage de gros matériaux (fig. 14) ou de sables ténu charriés sur des amas de sables et limons et formant une vraie couche superposée, explique le mécanisme qui a présidé au remplissage de nos vallées lors des grands courants de l'époque quaternaire et comment il se fait que si souvent on rencontre sous des bancs puissants de gravier des amas de sables fins et même d'argiles engendrés par le dépôt de fins limons.

Donc il peut se former très rapidement des amas considérables de matières fines en suspension dans l'eau courante, lorsque celle-ci est privée brusquement de sa vitesse, et la finesse des matériaux constituant le dépôt produit des argiles d'une finesse extraordinaire, puis des argiles aux éléments moins fins, puis des masses constituées par du sable fin ou du sable grossier, suivant que l'amas observé est à moindre distance de l'arrivage de l'eau trouble dans la nappe aux eaux tranquilles. De plus, l'argile fine

peut se trouver sous les amas de gravier sans que l'on puisse en conclure qu'il s'agit de deux formations d'époques différentes. Il suffit que le lac une fois partiellement ou entièrement comblé par les matières fines et limoneuses qui s'y déposent, les arrivages de gravier continuent en amont, pour que leur étalage sur la masse argileuse se produise sans affouillement, érosion ou déformation de celle-ci.

La fig. 14 donne le profil de cet envahissement du lac de Pérolles.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Couches de gravier de fond par bandes rythmées, comme je l'ai expliqué en fig. 15.

a, b Couches de sables augmentant de finesse du point *a* à *b*, c'est-à-dire de l'amont à l'aval.

a₁ a₁ a₁ a₁ Argiles à grain grossier.

b₁ b₁ b₁ Argiles plus fines, sablonneuses.

b₂ b₂ b₂ Limon très fin (argiles plastiques).

b₃ b₃ b₃ Argiles extra fines.

c₁ c₁ c₁ Envahissement des graviers par-dessus les couches limoneuses.

Actuellement, l'arrivée de ces bancs de gravier est à 1500 m., soit aux trois cinquièmes de la longueur du lac comblé, et dans peu d'années le banc de ce gravier atteindra le barrage et tous les matériaux charriés, limons, sables et graviers chuteront par-dessus celui-ci comme si l'obstacle n'existait plus, à moins de travaux de défense qui en forceront le passage par le trop-plein où il passe déjà des graviers provenant des parois plus voisines de ce canal et y creusant, comme nous l'avons vu, des marmites. Quoique le ravin d'érosion dans lequel s'est étalée la nappe des eaux refoulées par le barrage ne présente guère qu'une

largeur variant de 80 à 150 m., on peut observer que l'horizontalité du banc envahisseur de gravier par-dessus les dépôts d'argiles est d'autant plus grande que la largeur du lac est plus considérable.

Les trois fig. 16, 17 et 18 donnent une perception visuelle de ce qui se produit. Là où le lac est de faible largeur, la masse graveleuse présente un profil à pente transversale, offrant une certaine raideur accentuée (fig. 16). Avec une plus grande largeur, la nappe graveleuse s'est étalée (fig. 17) régulièrement. Enfin, lorsque la largeur est la plus grande, le gravier s'est répandu sur la surface en couche mince, parfaitement nivelée, sans ressauts aucuns, quelle que soit la grosseur des graviers (fig. 18). Ceci explique l'horizontalité si remarquable de nos plaines de l'Orbe, de la Broye, du Seeland, des marais de Cressier et du Landeron pour leurs parties superficielles, où l'on rencontre des graviers déjà sous la mince couche de terre végétale qui les recouvre.

Ailleurs où après le remplissage principal il restait des dénivellations ou des lagunes, ces dernières se sont comblées par le colmatage résultant d'eaux troubles y déposant leurs limons lors des inondations, cela *proportionnellement à l'épaisseur d'eau trouble* qui les recouvrait lors des crues, fait qui, avec le temps, mettait forcément à niveau toute la surface, les parties profondes recevant plus de dépôt que les parties moins immergées. Quant aux lagunes très profondes, toujours remplies d'eau claire faisant obstacle à l'arrivage facile des eaux troubles des crues, il ne pouvait aussi facilement s'opérer un remplissage de cette façon et rapidement la végétation tourbeuse se chargeait alors d'en opérer le comblement. Rien d'éton-

nant donc que de vastes plaines de 8 à 10 km. de largeur sur une longueur double présentent, remplies par des eaux troubles, des surfaces vraiment réglées au cordeau et d'une horizontalité parfaite, malgré leur remplissage en matériaux soit limoneux, soit graveleux, ces derniers, les plus grossiers, souvent déposés par bancs épais sur des argiles fines, comme cela se passe en ce moment dans le lac de Pérolles à Fribourg.

Les naturalistes ont parfois prétendu qu'il fallait des centaines de siècles pour former des bancs de 10 à 15 m. d'argiles fines, dans les lacs ou les mers. Ainsi en concluait feu notre collègue M. Desor¹ dans l'estimation des bancs d'argiles d'Abbeville sous lesquels Boucher de Perthes avait trouvé les fameuses haches préhistoriques, dont l'âge fut, à l'époque de leur trouvaille, si discuté. Pas n'est besoin donc de centaines de siècles pour former un banc d'argile fine de 10 m., puisque moins de 40 ans ont suffi pour produire ce phénomène derrière le barrage de Fribourg.

Il me reste à donner quelques chiffres concernant la puissance de charriage des eaux de la Sarine.

Pour opérer scientifiquement, il faudrait, pendant plusieurs années, récolter un volume d'eau chaque jour, le laisser se déposer, mesurer le volume du dépôt ou le peser, faire l'addition et l'on aurait la puissance effective moyenne du charriage fluvial observé.

Cela se fera avec le temps et je rends attentifs ici nos jeunes collègues sur le vaste champ ouvert à leurs

¹ Conférence faite en 1863 dans laquelle j'entendis de mes oreilles énoncer cet axiome.

ardeurs scientifiques et labeurs futurs dans le domaine inexploré de l'usure par l'eau de la croûte terrestre soumise ainsi à l'action corrosive des eaux atmosphériques condensées s'écoulant dans les océans et les lacs. En ajoutant au volume constaté la matière dissoute par les eaux on aurait là un facteur fort important de la puissance de dissolution, d'érosion et de comblement des eaux courantes.

Pour le charriage des graviers et matières lourdes formant les amas que les crues jettent en descendant de gauche à droite ou de droite à gauche de leurs rives dans les méandres ou sinuosités des rivières torrentielles ou des fleuves, c'est une tout autre question, et une méthode expérimentale générale n'apparaît pas facilement à l'horizon du chercheur que cela intéresse pour cuber le travail d'érosion des cours d'eau et leur puissance de translation des matériaux arrachés à la croûte terrestre. C'est pourquoi les chiffres ci-après, quoique fort approximatifs, me paraissent dignes d'attention et surtout d'annotation.

Le lac de Pérolles envahi par les graviers peut être supputé à 2500 m. de longueur et le cube des graviers estimé comme suit (voir fig. 14):

1^{re} partie, soit des zones 1, 2, 3, 4,

environ . . $800 \times 3 \times 80 = 192\,000 \text{ m}^3$

2^{me} partie de recouvrement.

$1500 \times 1 \times 100 = 150\,000 \text{ m}^3$

Total $342\,000 \text{ m}^3$.

Ce qui, pour 30 années, correspond à

$$\frac{342\,000}{30} = 11\,400 \text{ m}^3.$$

en moyenne par année pour le charriage annuel en gros graviers retenus dans le lac de Pérolles et provenant de la région en amont du lac¹.

Il me reste, pour terminer cet exposé, de vous entretenir d'un phénomène hydrologique de changement de composition des eaux potables de l'entreprise que j'avais créée à Fribourg.

IV. Remarquable transformation des eaux potables du lit souterrain de la Sarine.

Ayant constaté, lors de mes études concernant l'entreprise du barrage de Fribourg, que les sondages dans les graviers du lit de la Sarine fournissaient dans leur nappe souterraine une eau d'excellente qualité à 11 ou 12° de température, je renonçai à mon premier projet de dériver les sources de la Berra au Burgerwald, eaux plus séléniteuses, d'une captation assez compliquée et enfin d'une dérivation et adduction à Fribourg assez coûteuse; je résolus de capter l'eau du lit souterrain de la rivière à 5 ou 6 m. de profondeur et de l'élever mécaniquement à 160 m. de hauteur.

Un puits métallique de 6 m. de diamètre fut descendu à la profondeur voulue, c'est-à-dire jusqu'à 1 m. environ de la roche mollassique au moyen d'air comprimé, et garni d'une chemise en béton de ciment.

Des canaux établis le long du barrage au pied des fondations, côté amont, amenaient au filtre une eau abondante et quintuple en volume de celle qui était nécessaire.

¹ La Durance charrie à Serre Poncou annuellement en moyenne 3 500 000 m³. de limon et 170 000 m³ de graviers et sables, soit $\frac{1}{20}$ du limon, chiffres autrement formidables que ceux fournis par la Sarine.

L'eau était fraîche (10 à 12° presque fixes), pure et excellente sous tous les rapports. Chacun se félicitait à Fribourg de la réussite du projet ainsi conçu et réalisé.

Le pompage à 160 ou à 165 m. de hauteur, y compris le frottement dans les conduites, après quelques difficultés pour alimenter le réservoir à air, réussit aussi d'une manière satisfaisante et peu coûteuse. Cette réussite fut la cause première qui me permit de penser à la possibilité de pomper l'eau à 500 m. et d'élaborer plus tard pour La Chaux-de-Fonds le projet qui alimente cette localité.

La satisfaction du public fribourgeois devait cependant être de courte durée et ici se produisit un véritable phénomène d'un ordre absolument inaccessible à la perspicacité humaine dans les limites où celle-ci peut, en pareille occurrence, se mouvoir dans le domaine scientifique.

L'eau pompée de la Sarine, à laquelle le public donnait, pour simplifier, le nom d'eau Ritter, devint peu à peu une eau admirablement fortifiante pour les anémiques et fort peu recommandable pour l'alimentation des personnes au tempérament sanguin.

Au bout de deux années ses qualités d'eau anti-anémique furent telles que des personnes atteintes d'anémie de façon soi-disant irrémédiable et dont on désespérait me remercièrent chaleureusement de leur guérison en me déclarant qu'elles me devaient la vie, reconnaissance qui me donna plus d'inquiétude que de satisfaction.

En effet, l'eau admirable, aux propriétés fortifiantes, pompée dans la nappe phréatique de la Sarine, ne tarda pas à se changer en une intolérable eau ferrugineuse

désagréable au goût, tachant les lessives, affectant les légumes d'un arôme peu engageant, etc., etc.

Le puits d'arrivage des eaux dans l'usine élévatoire se colorait d'un dépôt d'oxyde de fer absolument insolite et fort dégoûtant.

Il fallut parer à cet inconvénient, tournant pour l'alimentation publique en un état intolérable, car pour un anémique enchanté de l'eau, il se trouvait cent personnes opinant en sens inverse et la déclarant mauvaise.

C'était en 1876, une année après mon départ de Fribourg.

Les ingénieurs qui me succédèrent dans la direction de l'entreprise crurent bien opérer en faisant passer simplement l'eau de la rivière dans des filtres à ciel ouvert (filtres qui fonctionnent encore aujourd'hui) et de supprimer l'eau souterraine en la remplaçant par de l'eau de rivière, recevant toutes les eaux de surface, ayant lavé tous les détritux animaux et végétaux, boue des routes, etc., etc., d'une vallée de plus de vingt lieues de longueur, aux fortes rampes latérales et par conséquent où l'arrivage des eaux contaminées peut être rapide lors des pluies.

Aussi, si quelque chose m'étonne, c'est de ne pas entendre parler d'épidémies à Fribourg, et ce qui m'étonne encore plus c'est de voir les autorités ne pas se soucier d'apporter un remède radical à cet état de chose funeste, dangereux et malpropre, qui rappelle les eaux filtrées de la Seine à Paris dans le milieu du siècle passé, alors que les fameuses roues et pompes dites samaritaines fonctionnaient encore.

Mais cela n'a pas de rapport avec l'objet de cette communication et le jour où les autorités fribour-

geoises voudront alimenter leurs pompes d'eau fraîche et pure, je leur indiquerai avec empressement, si elles le demandent, où se trouve de l'eau semblable et non ferrugineuse, à moins de 100 m. des dites pompes élévatoires. Ceci dit en passant.

Mais ce qui importe ici, c'est de se rendre compte du phénomène hydrologique de la ferrugination des eaux de la nappe phréatique des graviers de la Sarine sous le lac de Pérolles.

En voici l'explication fort simple, basée sur une observation faite lors de la construction des fondations du barrage de la Sarine.

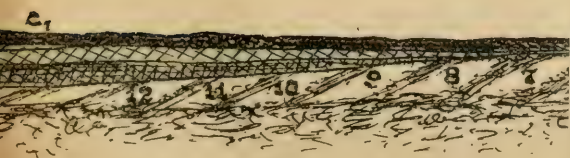
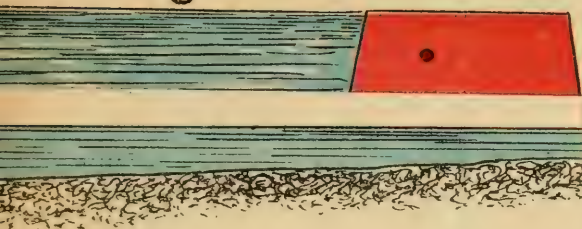
En fouillant le sol pour mettre à nu la roche mollassique afin d'y entailler les redans dans lesquels devait s'encastrent le béton, nous trouvâmes partout sur cette mollasse de fond un banc d'environ 50 cm. d'épaisseur de gravier aggloméré par une gangue ferrugineuse compacte, ayant l'apparence d'ocre rouge. le reste de l'épaisseur des graviers de remplissage du lit de la Sarine était, sur les 4 à 6 m. de cette épaisseur, complètement indemne de cette gangue (fig. 3).

L'existence de ce recouvrement du fond du lit de la Sarine par ce poudingue ferrugineux fut, ensuite de l'envasement du lac par les limons sur environ 2 km. de longueur, la cause du phénomène que je viens d'indiquer.

La nappe phréatique sous le lac dut s'alimenter toujours plus en amont au fur et à mesure du progrès de l'envahissement de celui-ci par les limons et l'eau souterraine descendant lentement dans les graviers, frôler et rouler de plus en plus ses filets le long de la couche de conglomérat ferrugineux et se charger toujours davantage de fer en dissolvant la gangue rougeâtre du dépôt.

BARRAGE DE LA SARINE

Fig. 3.



FIGURES RELATIVES À L'ÉTABLISSEMENT DU GRAND BARRAGE DE LA SARINE À PRIBOURG

Par G. Rüttler, Ingénieur civil.

Fig. 2.



Fig. 14.

Triptemite

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 3.

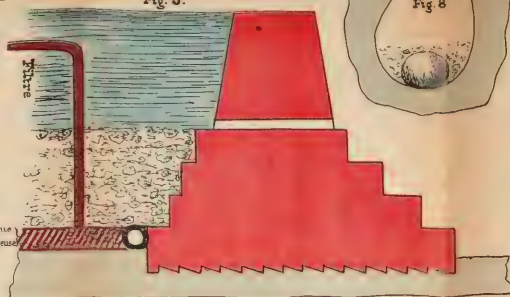


Fig. 8.

Fig. 5.

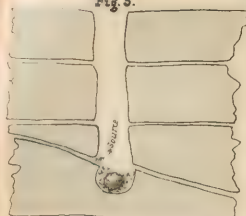


Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.

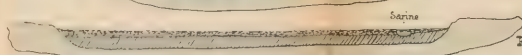


Fig. 10.

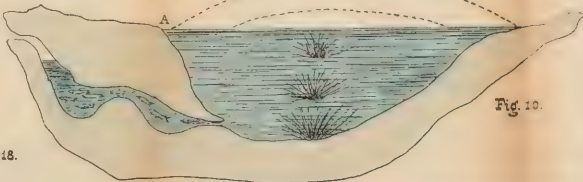


Fig. 11.

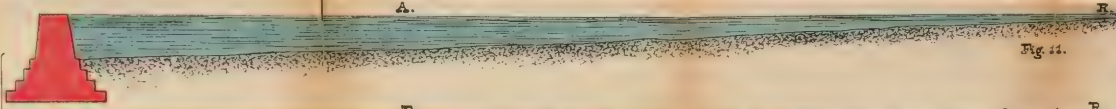


Fig. 12.

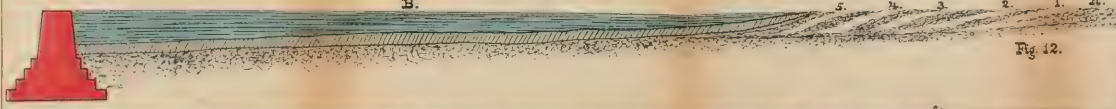


Fig. 13.

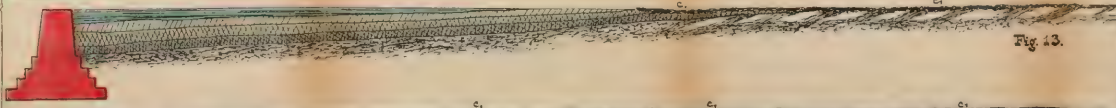
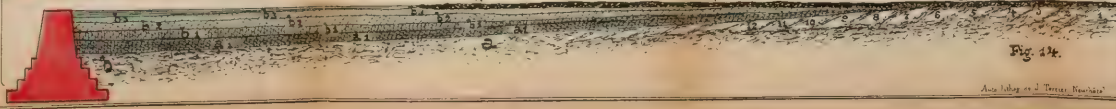


Fig. 14.



Biblioth. de l'École de l'Université de la Sarine (Voy. page 231.)

Avis de l'École de l'Université de la Sarine

Plus l'envasement du lac se prolongeait à distance du barrage en amont, plus s'allongeait le parcours des eaux souterraines en contact avec la malencontreuse gangue et plus la teneur des eaux en fer devenait riche, si bien que finalement l'eau de non minérale et excellente qu'elle était à l'origine, devint minérale ferrugineuse à la grande joie des anémiques, puis finalement si ferrugineuse qu'elle perdit sa qualité d'eau potable à force de vertu régénératrice du sang de ces malades.

Ces faits valaient assurément la peine d'être une fois publiés. Je laisse aux géologues le soin de trouver l'explication de la provenance du fer et de la formation du malencontreux poudingue. Y aurait-il eu dans le Tertiaire inférieur, si riche en plâtre, des émanations de sulfure de fer qui auraient, en décomposant du calcaire pour produire ce sulfate de chaux tertiaire, laissé quelque part des dépôts d'oxyde de fer amenés par entraînement fluvial dans les bas-fonds du lit de la Sarine en amont de Fribourg, ou s'agit-il ici d'une érosion temporaire à la même époque de quelque affleurement de crétacé ou de dépôt sidérolitique existant quelque part dans la vallée de la Sarine?

Je livre, en terminant, ce problème à la méditation des géologues que cela pourrait intéresser.



MÉLANGES GÉOLOGIQUES

sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes

PAR LE D^r H. SCHARDT, PROFESSEUR

Troisième fascicule

CONTENANT :

- XIII. Dépôts glaciaires et tectonique du vallon des Verrières.
 - XIV. Dislocation singulière à La Chaux-de-Fonds.
 - XV. Brèche tertiaire aux Brenets.
 - XVI. Un pli-faille à la Vue-des-Alpes.
-

XIII

Dépôts glaciaires et tectonique du vallon des Verrières.

Communiqué dans la séance du 26 juin 1902.

Les sondages faits sur le plateau des Sagnettes près des Verrières m'ont permis de constater que le fond de ce petit plateau est formé partout par la mollasse marine (Burdigalien sup. = Helvétien auct.) recouverte par une certaine épaisseur d'argile de décomposition et de terreau tourbeux. Tout le bord extérieur du plateau, qui s'avance dans le vallon des Verrières pareillement à une terrasse, est bordé d'un amas de graviers et blocs de calcaire du malm, si bien qu'au

premier abord on prendrait facilement ce promontoire pour un cône de déjection, situé qu'il est à la sortie d'un ravin profond, la Vy-du-Mont, qui conduit sur le plateau du Mont-des-Verrières. Aucune eau ne descend de ce ravin, bien que dans sa partie inférieure il présente des contre-pentes (sur le passage du Purbeckien). Une galerie de recherche d'eau, ouverte exactement sous le thalweg de ce sillon, n'a rencontré que quelques filons d'eau près du contact de la mollasse renversée avec le Néocomien.

Nul doute que le creusement de ce ravin est glaciaire, comme cela doit être le cas de nombre d'autres sillons qui entament les flancs du Jura et qui sont aujourd'hui complètement à sec, même en temps de pluie.

C'est le mouvement de descente du glacier dans ce sillon qui a surtout contribué à son approfondissement. Sans doute, au début l'eau du torrent glaciaire coulait sur le rocher. Mais l'érosion souterraine, produite par l'eau de fusion, a peu à peu ouvert les craquelures du calcaire et aujourd'hui l'eau se perd dans la profondeur.

Le glacier du Rhône avait pendant longtemps refoulé les glaciers jurassiens. Mais, après son retrait, ceux-ci eurent encore une existence indépendante. Quelques-uns s'avancèrent même sur l'aire abandonnée par le glacier du Rhône, tel le glacier du Val-de-Travers. Au dernier moment, lorsque les glaciers jurassiens étaient aussi en décroissance, quelques vallons latéraux communiquant avec les grands plateaux élevés, vrais réservoirs de neige, étaient encore parcourus par quelques langues de glace. C'était le cas du ravin de la Vy-du-Mont. Ce glacier,

alimenté par les névés du Mont-des-Verrières, s'éta-
lait en éventail sur le plateau des Sagnettes. Il a
peut-être même protégé cette surface plane contre
l'érosion, qui a ailleurs presque déblayé la molasse,
en déposant sur son bord une moraine frontale semi-
circulaire.

C'est cette situation qui est représentée par la fig. 1.

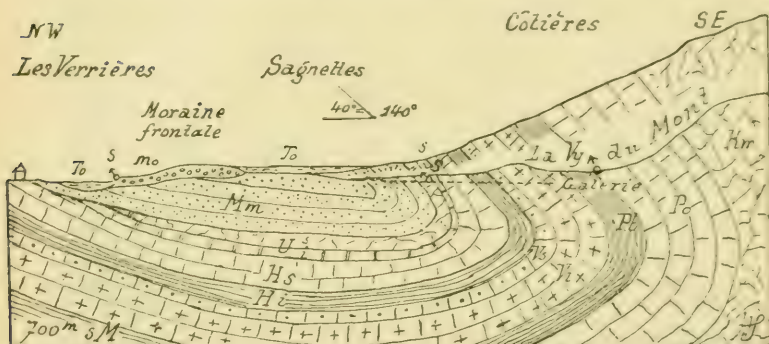


Fig. 1. Profil géologique à travers le vallon des Verrières. 1/25 000.

LÉGENDE:

To. Tourbe; Mo. Moraine frontale; Mm. Mollasse marine; U. Urgonien; Hs., Hi. Hauterivien sup. et inf.; Vs., Vi. Valangien sup. et inf.; Pb. Purbeckien; Po. Portlandien; Km. Kimeridgien; S. Source.

Les galeries forées en vue du captage des sources des Sagnettes ont traversé d'abord sur 35 m. la molasse alternativement sableuse et marneuse grise, puis un banc de 3 m. de calcaire blanc et jaunâtre compact, l'Urgonien supérieur, ensuite les calcaires jaunes avec marnes de l'Urgonien inférieur, enfin la pierre jaune (Hauterivien supérieur). C'est dans cette roche que jaillissent les sources de bas en haut. L'eau ascende donc dans les fissures de cette roche comme

dans un siphon renversé. Les sources des Augets et celles de l'Envers, en amont de la tuilerie, jaillissent dans les mêmes conditions au contact de la mollasse supportant le Néocomien renversé.

Les deux galeries se sont arrêtées dans le Valangien inférieur, après avoir traversé une couche de marne grise, puis jaune, de 3 m. seulement d'épaisseur, représentant le Hauterivien inférieur. Elle en contient la plupart des fossiles caractéristiques :

<i>Pleurotomaria neocomiensis.</i>	<i>Serpula heliciformis.</i>
<i>Panopæa neocomiensis.</i>	» <i>antiquata.</i>
<i>Arca Gabrielis.</i>	<i>Holaster intermedius.</i>
<i>Exogyra Couloni.</i>	<i>Collyrites ovulum.</i>
<i>Rhynchonella multiformis.</i>	<i>Galeolaria neocomiensis.</i>
<i>Terebratula acuta.</i>	(Marne jaune).

Le calcaire roux du Valangien supérieur contient *Terebratula valdensis* et des Spongiaires.

La mollasse marine ne repose pas partout sur l'Urgonien ; à l'est des Verrières, vis-à-vis des Sagnettes, elle repose sur le Hauterivien supérieur. La tranchée ouverte pour la conduite d'eau a mis au jour, sur le flanc du coteau des Sagnettes, des sables avec *Ostrea giengensis*, *Pecten*, etc., contenant d'abondants fossiles remaniés de l'Albien : *Nucula pectinata*, *Venus gaultina*, *Exogyra arduennensis* et de grandes colonies de *Bryozoaires*. Cela atteste l'énergique érosion qui a accompagné la sédimentation de la mollasse.

Une moraine beaucoup plus importante, également jurassienne, s'étale sur le coteau entre Les Verrières et Les Bayards, sur le versant opposé du vallon. Il y a lieu de considérer aussi ce dépôt qui se développe sur environ 3 km. de longueur, comme la moraine

frontale d'un glacier venu du plateau de La Brévine par la dépression du Cernil.

A la fin de l'époque glaciaire, les hauts plateaux du Jura devaient pendant longtemps encore recéler des glaciers, réservoirs d'où partaient des langues dans diverses directions, imitant le type des glaciers scandinaves.

XIV

Dislocation singulière à La Chaux-de-Fonds.

Communiqué dans la séance du 11 avril 1902.

Les travaux de fouille pour l'agrandissement de la plateforme de la nouvelle gare de La Chaux-de-Fonds ont mis à découvert une coupe très complète d'un singulier affleurement de calcaire valangien.

Cet affleurement s'étend sur environ 1500 m. de longueur le long du bord S.E. du vallon. Il est formé essentiellement de calcaire valangien inférieur qui n'appartient cependant pas à la bordure néocomienne normale du synclinal, car il est séparé de celle-ci par une bande de mollasse marine et de marnes rouges. Il constitue donc une zone isolée que l'on est naturellement porté à considérer comme formant un anticlinal au milieu du remplissage tertiaire (Mollasse marine et Ceningien). C'est ainsi que le représente déjà G. Nicolet dans la carte et les profils accompagnant son *Essai sur la constitution géologique de la vallée de La Chaux-de-Fonds*¹.

Cette trainée de Valangien atteint son point culminant au tertre du temple et nous pouvons donc le

¹ *Mém. de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. II, 1839.

nommer d'après cette colline. Nicolet constate déjà que cette roche de la zone du tertre du temple est accompagnée de marne jaune avec *Gryphæa* (*Exogyra*) *Couloni* et la plupart des fossiles de la marne hauterivienne. Ses profils font ressortir de même le contact discordant de ce calcaire avec la mollasse du côté N.W. et il constate que sur le contact avec la mollasse marine qu'il nomme Tritonien, le calcaire porte de nombreuses perforations dues à des mollusques lithophages.

Tout cela est parfaitement exact, mais les travaux de fouille ont fait voir des détails si surprenants qu'il est du plus haut intérêt d'en donner une description complète.

MM. ROLLIER et Dr BOURQUIN ont déjà consacré à ces gisements une note¹, dans laquelle ils constatent que cette zone rocheuse présente un aspect extrêmement étrange par suite d'un enchevêtrement du calcaire valangien inférieur avec des marnes et marnocalcaires purbeckiens; par ci par là se voient aussi des lambeaux de marnes hauteriviennes, avec leurs fossiles caractéristiques en grand nombre. L'état de dislocation du calcaire valangien, la formation d'une structure bréchoïde, la pénétration réciproque du Valangien et du Purbeckien sont attribués à des phénomènes de dislocation tectoniques post tertiaires qui ont été précédés d'érosions antérieures au dépôt de la mollasse marine (Helvétien) qui repose en transgression sur le Néocomien. L'introduction des poches hauteriviennes est séparée de ce phénomène et considérée comme ayant eu lieu déjà antérieurement à la dislocation du Valangien.

¹ Notice sur les gisements anormaux des tranchées de la gare de La Chaux-de-Fonds. Bull. Soc. neuch., t. XXVIII, 1900, pp. 80-85.

Il faut distinguer dans cette étrange zone néocomienne et purbeckienne l'effet d'une série de phénomènes qui ont concouru à lui donner son aspect actuel.

Nous procéderons à l'examen point par point des divers faits qui ressortent de l'étude de ce remarquable gisement.

1. Extension horizontale et situation dans le synclinal de La Chaux-de-Fonds. — La zone néocomienne du tertre du temple s'étend de la colline du temple le long du bord S.E. du synclinal tertiaire jusqu'à la Fia, où les travaux de fouille pour la création de l'emplacement des nouveaux ateliers et d'un disque tournant l'ont encore entamée. Elle n'a en général pas une grande largeur. Dans la tranchée du passage sous voie, entre la rue du Midi et la rue du Commerce, je n'ai observé qu'une zone de 3 à 4 m. de blocage valangien et de marne purbeckienne, bordée de part et d'autre de mollasse marine plongeant de 70-80° au S.E. On aurait dit une intercalation concordante de calcaire disloqué valangien mêlé de marne purbeckienne au milieu des couches tertiaires. Un peu plus loin, cette zone calcaire semble disparaître pour reprendre plus d'importance au tertre du temple. L'extension des constructions dans toute cette région ne permet plus aujourd'hui de suivre les affleurements de cette bande calcaire. Elle paraît s'éteindre assez brusquement au N.E. du tertre du temple; de même au S.W. de la Fia, on n'en voit plus aucune trace¹. Le bassin du

¹ D'après une carte manuscrite de A. Jaccard, conservée à l'Académie de Neuchâtel, cette trainée de Valangien reprendrait un peu plus loin pour se prolonger jusqu'à La Bonne-Fontaine.

Locle, où les ravins de la Combe-Girard et des Abattes offrent des profils fort complets, ne présente rien d'analogue, si ce n'est un petit lambeau de calcaire blanc au-dessus de la Jaluse, sur le bord du Communal, que JACCARD ¹ avait indiqué comme un « anticlinal secondaire », bien que dans le ravin même de la Jaluse et dans celui de la Combe-Girard on n'en voie aucune trace. Je suis plutôt porté à voir dans cet affleurement du Communal du Locle *un lambeau de Valangien ayant glissé sur le Tertiaire* et venant du flanc renversé de l'anticlinal de Sonmartel.

2. Terrains participant à la formation de la zone disloquée du tertre du temple. — La mollasse marine, formée de grès gris verdâtre et de marnes de même couleur, a été admirablement mise à découvert par la tranchée de la rue du Commerce; de plus, ces terrains y sont très fossilifères et fourniront certainement une ample et abondante moisson d'espèces fossiles. Une couche surtout est riche en Bryozoaires.

Les terrains qui participent à la zone de blocage sont :

a. Le *Purbeckien*, qui forme d'innombrables amas au milieu du blocage. Deux roches y prédominent : 1^o des marnes et marno-calcaires limoneux gris, avec concrétions ou nodules foncés; 2^o des marnes noires ou gris bleu, avec noyaux à texture cristalline saccharoïde de même couleur. Les fossiles attestant l'âge de ce terrain sont surtout abondants dans les marnes grises. J'y ai recueilli, en peu de temps, les espèces suivantes, dont deux ont déjà été constatées par M. Rollier :

¹ *Mat. carte géol. suisse*, t. VI, pl. VII, fig. 11.

Planorbis Loryi, Coq. — 2 exemplaires.

P. Coquandi, de Loriol. — 4 ex.

Physa Bristowi, Forbes. — 2 ex.

Valvata sabaudiensis, Maill. — (Cité par Rollier.)

V. helicoides, Forbes. — 2 ex.

Megalomastoma Loryi, de Loriol. — 1 ex.

L'abondance des fossiles laisse présumer que des recherches plus prolongées permettront de recueillir une faune plus complète. Les fossiles ont tous le test noir conservé, sauf les deux exemplaires du *Planorbis Loryi*.

b. Le *Valangien inférieur*. — Calcaire à grain compact blanc ou jaune clair, localement oolitique, toujours fortement fracturé ou disloqué. M. Martin¹, ingénieur en chef des travaux de la nouvelle gare, m'a fait remettre pour le laboratoire de géologie de l'Académie plusieurs fossiles trouvés au cours des fouilles, dont deux beaux échantillons de *Natica Leviathan*. J'ai recueilli moi-même encore plusieurs autres espèces; en voici la liste :

Natica Leviathan, Pict. — 2 ex. (Cité aussi par Rollier.)

Pterocera Jaccardi, Pict. — 1 ex. » »

Aporrhais valangiensis, Pict. — 1 ex.

Tylostoma Laharpei, Pict. — 1 ex.

Nerinea Farrina, Pict. — 1 ex. (Cité aussi par Rollier.)

Toxaster granosus, Des. — 1 ex.

c. *Valangien supérieur*. Ne se trouve que par ci par là en fragments dans le voisinage du terrain suivant, mais manque en général dans le blocage de Valangien inférieur. C'est un calcaire oolitique ou spathique

¹ Je lui en exprime ici ma vive gratitude.

roux. Il y a aussi des restes de calcaire limoniteux; toutefois, je ne connais pas de fossiles authentiques de ce terrain.

d. Hauterivien inférieur. Marne jaune contenant des blocs de Hauterivien supérieur (pierre jaune de Neuchâtel), avec débris de calcaire valangien supérieur. Les fossiles abondent sur deux points où ce terrain forme des enclaves à la partie supérieure de la zone de blocage.

Outre les fossiles déjà cités par M. Rollier¹, j'ai trouvé encore les espèces suivantes :

Hoplites radiatus, Berg. — 1 fragment.

H. castellanensis, d'Orb. — 1 »

Panopæa Carteroni, Ag. — 1 ex.

Cardium subhillaneum, Leym. — 1 ex.

C. peregrinum, Leym. — 1 ex.

Pseudodiadema rotulare, Ag. — 1 fragment.

Ce ne serait qu'une question de temps de recueillir la faune presque complète de la marne de Hauterive. Ajoutons qu'à la surface de certains fossiles, *Cardium*, *Panopæa*, *Cyprina*, qui sont à l'état de moules lisses, on voit nettement des surfaces et des stries de glissement, prouvant que la marne qui les contient a été très fortement comprimée et que les fossiles se sont déplacés au milieu de la masse fluante.

La description que donne Célestin Nicolet des terrains constituant la zone néocomienne du tertre du temple relève déjà le fait de l'extrême fissuration et de la fragmentation de ces terrains. Il ressort de la coupe qu'il en donne et des fossiles trouvés que la

¹ *Bull. loc. cit.*, t. XXVIII, pp. 82-83.

marne hauterivienne, le Valangien supérieur et le Valangien inférieur y existent. Il ne cite pas la marne grise à faune limnale du Purbeckien, probablement parce que les sondages au tertre du temple, sur lesquels ses constatations sont basées, n'ont pas atteint ce terrain qui d'ailleurs n'avait pas encore été reconnu en ce moment dans notre Jura.

3. Structure du Valangien, du Hauterivien et du Purbeckien. — D'accord avec MM. Rollier et Bourquin, je relève en premier lieu l'état de dislocation extrême que présentent les roches de cette zone. La stratification ordinairement si nette et si régulière du Valangien est presque entièrement effacée. Par ci par là seulement se voit une très vague apparence litée. Mais la totalité des calcaires valangiens est parcourue d'innombrables fissures dans lesquelles pénètre la marne grise ou noire du Purbeckien. Elle présente même dans sa plus grande masse l'aspect d'une *brèche de dislocation* absolument manifeste. Il n'y a presque pas un seul fragment dont la surface ne soit couverte de stries de glissement. Certains éléments sont irrégulièrement arrondis et leur surface n'est qu'une juxtaposition de miroirs de glissement, à stries parallèles, rectilignes ou courbes, orientés différemment sur chaque facette de glissement. Au cours de la dislocation, les fragments résultant de l'écrasement du calcaire ont apparemment frotté les uns contre les autres, en glissant tantôt à droite, tantôt à gauche, ou dans toute autre direction. J'ai récolté des échantillons de grosseur variable allant de celle d'une noix jusqu'à plusieurs décimètres cubes, qui sont absolument couverts d'un véritable assemblage de surfaces de glissement.

Quant aux relations avec le Purbeckien, elles sont absolument étranges. L'idée première que j'avais de voir dans ce pointement du Valangien un anticlinal écrasé perçant la mollasse marine a dû être abandonnée par suite de la découverte, au beau milieu du talus, d'autres zones de marne purbeckienne, ce qui aurait tout au plus pu justifier l'hypothèse d'un anticlinal multiple avec replis en zig-zag du Valangien, laissant percer des noyaux anticlinaux de Purbeckien. Mais cela ne se peut pas davantage, car les marnes du Purbeckien sont absolument enchevêtrées avec la brèche valangienne. La pâte marneuse qui s'introduit entre les blocs du Valangien n'est pas autre chose que la marne purbeckienne triturée ou devenue schisteuse par la compression. Ce sont des apophyses des lambeaux purbeckiens qui se sont ainsi mélangés avec le Valangien fragmenté. De plus, les marnes purbeckiennes apparaissent et disparaissent en forme de traînées, au milieu du blocage valangien comme si c'était une série de plaques très irrégulières d'ailleurs, qui se seraient superposées par imbrication. Le *Purbeckien est cependant plus abondant à la base de la zone valangienne*, où il forme le plus souvent la séparation entre la mollasse marine et le Valangien. C'est alors une bande de marne grise ou noire contenant des boules de calcaire valangien inférieur à surface polie et striée. (Voir fig. 2.)

A part les paquets de marne purbeckienne, on trouve à plusieurs endroits, notamment vis-à-vis du nouveau bâtiment des voyageurs et derrière la remise des locomotives, des *enclaves de marne hauterivienne jaune*, avec nombreux fossiles. MM. Rollier et Bourquin nomment ces enclaves des poches, en les com-

parant aux poches hauteriviennes des bords du lac de Bienné — où la marne hauterivienne se trouve entre des couches valangiennes non disloquées en apparence — et suggèrent l'hypothèse d'une inclusion par sédimentation des marnes hauteriviennes dans le Valangien, antérieurement à la dislocation de celui-ci. On sait que M. Rollier avait déjà admis ce mode de formation pour expliquer l'origine des gisements anormaux des environs de Douanne et de Daucher.

Dans le présent cas, pas plus que pour ces derniers, je ne puis me rallier à l'opinion de mon savant confrère. Si nous envisageons l'état du gisement de la marne hauterivienne par rapport au Valangien d'une part et celui des paquets de marne purbeckienne d'autre part, on constate sans peine que ces deux sortes d'inclusions marneuses dans la zone de calcaire valangien ne présentent aucune différence, ni dans leur mode de gisement, ni dans leur état de dislocation. La marne hauterivienne ainsi que la marne purbeckienne pénètrent dans les interstices des blocs de calcaire valangien. Toutefois la marne purbeckienne est en bien plus grande abondance que la marne hauterivienne. Celle-ci ne forme qu'un petit nombre d'enclaves, surtout dans la partie supérieure de la zone valangienne, tandis que la marne purbeckienne s'y rencontre presque constamment par paquets plus ou moins importants, qui se succèdent par chapelets, soit à l'intérieur, soit à la partie inférieure du Valangien. Cela ne doit pas nous surprendre, puisque dans leur succession normale le Purbeckien se trouve à la base du Valangien, tandis que le Hauterivien surmonte ce dernier. Il n'y a qu'une anomalie, c'est l'absence de calcaire roux du Valangien supérieur en masse con-

tinue entre la marne hauterivienne et le Valangien inférieur. Toutefois cette roche se trouve à l'état de fragments mélangés avec la marne et associés à des débris du Valangien inférieur et de pierre jaune (Hauterivien supérieur).

Il n'y a donc pas lieu d'invoquer pour les paquets de marne hauterivienne un procédé spécial pour expliquer leur arrivée dans leur situation actuelle. Tous ces terrains se trouvèrent à un moment donné dans leur superposition normale, le Purbeckien à la base et le Hauterivien au sommet. *C'est au cours du même phénomène de dislocation que le Valangien inférieur fut fragmenté, broyé et réduit dans sa plus grande masse à l'état de brèche de dislocation, que le Purbeckien se mélangea au Valangien en formant la pâte du blocage* et que la marne hauterivienne avec des débris de Valangien supérieur et de calcaire hauterivien fut introduite à l'intérieur de cet amas de blocage valangien.

Comment et à quelle époque cette dislocation eut-elle lieu, c'est ce que nous dira l'examen du contact avec les dépôts tertiaires de la région et la situation de cette zone disloquée au milieu de ces terrains plus récents ?

4. Contact avec la mollasse marine. — Ce contact est en partie franchement sédimentaire, ce qui est prouvé par les perforations de mollusques lithophages à la surface du calcaire valangien. La mollasse recouvrant la zone néocomienne-purbeckienne, comme celle sur laquelle cette dernière s'appuie, touche la zone de blocage, tantôt par une surface presque plane, tantôt par une surface bosselée qui semble avoir pour cause une érosion produite au milieu de la mer helvétienne.

Dans certains cas, surtout du côté du contact inférieur, c'est une surface de glissement tectonique. La présence de nombreux galets et de fossiles néocomiens dans les grès et conglomérats de l'Helvétien est d'ailleurs connu depuis longtemps et rend les érosions tertiaires incontestables. Ce qui caractérise surtout le contact de notre zone de blocage avec la mollasse marine, c'est que *les deux surfaces de contact sont couvertes d'innombrables perforations de mollusques lithophages*. Dans le cas présent, il en ressort en tout cas que les deux surfaces de contact que nous voyons aujourd'hui étaient, au moment de la sédimentation helvétique, exposées à l'attaque des mollusques lithophages. Or, l'une est en position normale supportant la mollasse marine, l'autre, renversée sur ce terrain. Elles formaient donc, soit le fond du golfe tertiaire; ou bien, elles constituaient déjà alors au milieu du synclinal les deux flancs d'une éminence attaquée des deux côtés par l'action érosive.

En considérant d'une part la nature de cette surface de contact, sa parfaite conservation parfois, l'absence assez fréquente de stries de glissement, on est frappé d'autre part par l'état de complète dislocation, par le mélange inextricable des terrains composant la zone calcaire. Cette dislocation ne semble avoir atteint que la zone du tertre du temple et n'avoir que médiocrement altéré l'état de la mollasse.

Il semble presque que la dislocation extrême de la zone néocomienne ait *précédé* la dislocation et le renversement de la mollasse, sinon on ne s'expliquerait guère la conservation si nette des surfaces de contact taraudées sur une roche pareillement disloquée et bouleversée, où tout est pêle-mêle, quoique formée d'éléments plus résistants que leur entourage tertiaire.

D'après la stratigraphie du Tertiaire de la région, la succession des assises présente de bas en haut l'ordre suivant : 1. *Mollasse marine* (Helvétien), reposant sur le Néocomien, ou transgressant sur celui-ci jusqu'au Portlandien ; 2. *Marne rouge* avec *Helix* ; 3. *Marnes et calcaires d'eau douce* (Eningien). Donc tout le Tertiaire moyen, l'étage helvétien excepté, ainsi que tout le Tertiaire inférieur font défaut. Le Crétacique supérieur de même n'a laissé aucune trace dans la région, s'il y a existé. Il n'y a nul doute qu'à partir du Crétacique moyen jusqu'à la sédimentation helvétique cette région a été exondée et soumise à l'action de l'érosion, dont nous ne pouvons cependant pas indiquer l'intensité. A l'époque helvétique, les dénivellations doivent avoir déjà ébauché les plissements du Jura, en localisant l'effet de l'érosion sur les parties saillantes. Il n'est donc nullement surprenant de constater l'existence d'une zone de calcaire valangien au milieu de la mollasse marine portant à sa surface de part et d'autre des traces d'érosion et des perforations de pholades. Mais ce qui est surtout étrange, c'est l'état de dislocation dans lequel se trouve ce rocher. Nous aurons à examiner encore plus spécialement cette circonstance, pour arriver à formuler des conclusions quant à la genèse de ce curieux gisement.

5. Théories pouvant expliquer la formation de la zone de dislocation valangienne et purbeckienne. — Nous venons de passer en revue les diverses circonstances qui caractérisent ce gisement et ses relations avec la mollasse ambiante. Les croquis ci-dessous en donnent, pour autant que la plume est capable de le faire, une idée de l'extrême bouleversement de ces terrains.

Au S.W. du hangar des locomotives, la fouille pratiquée pour créer l'emplacement de ce bâtiment a mis à découvert le profil représenté par la fig. 2.

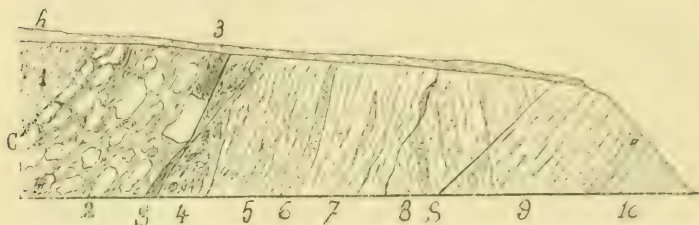


Fig. 2. Coupe au S.W. de la remise des locomotives.

LÉGENDE :

- h*. Humus et détrit.
- 1. Mollasse marine avec perforations de pholades.
- 2. Blocage valangien avec marnes purbeckiennes; localement marnes hauteriviennes.
- 3. Marne noire laminée.
- 4. Marne helvétique avec débris de grès marin.
- 5. Marne gris verdâtre helvétique, avec nodules, parcourue de plans de glissement.
- 6. Grès coquillier, avec *Ostrea*, etc.
- 7 et 8. Marne gris vert et grès alternativement, avec une ligne de discordance.
- 9. Grès marin tendre.
- 10. Marnes rouges et blanches panachées.

On y voit distinctement toute l'épaisseur de la zone de blocage valangien qui ne mesure entre les deux bandes de mollasse marine que 4-5 m. d'épaisseur. Le contact supérieur est sédimentaire, tandis que le contact inférieur est ici franchement un plan de glissement. La zone de blocage touche soit directement, soit par l'intermédiaire d'une marne noire avec nodules blancs à une marne gris verdâtre contenant des débris de grès tendre broyé. C'est une zone de trituration de la mollasse marine. Plusieurs bancs appartenant à cette formation se voient encore sur 7 à 8 m., jusqu'au contact avec la marne rouge. Ils portent tous les marques d'une forte compression. La couche 5 est par-

courue d'innombrables plans de glissement; entre les couches 8 et 9 il y a un contact discordant qui doit aussi être envisagé comme une surface de glissement. D'autres contacts discordants sont par contre attribuables à des discordances par sédimentation.

La fig. 3 montre la coupe à l'extrémité N.E. de la même fouille.

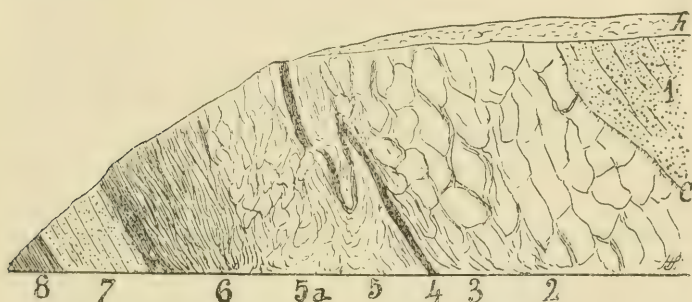


Fig. 3. Coupe au N.E. de la remise des locomotives.

LÉGENDE :

- h. Humus et détritits superficiel.
1. Mollasse marine helvétique, avec surface taraudée du calcaire.
2. Blocage valangien, avec marne purbeckienne.
3. Marno-calcaire purbeckien jaune et gris, verdâtre, très laminé.
4. Marne noire purbeckienne.
5. Marne jaune purbeckienne.
- 5^a Calcaire limnal gris purbeckien à l'état de bréchoïde.
6. Marne noire avec concrétions cristallines, très froissée et laminée, fragments de calcaire gris limnal purbeckien.
7. Grès marin helvétique.
8. Marne rouge et panachée.

Ici nous avons, au lieu d'une surface de glissement, un repli ou retroussement indiqué par une marne noire du Purbeckien. Le blocage valangien n'est pas directement en contact avec la mollasse marine, mais il y a entre deux une intercalation fortement tourmentée d'ailleurs de marne et marno-calcaire purbeckiens. La première est fortement laminée et le

calcaire gris limnal est réduit à l'état de brèche. C'est entre deux que se trouve la marne noire repliée.

C'est entre ces deux profils, sur le talus de la fouille, que se trouve l'enclave de marne hauterivienne, appuyée du côté S.W. contre une masse de calcaire valangien moins disloqué, tandis que le reste est tout à fait à l'état de blocage, associé à de la marne purbeckienne.

De ces deux profils, que l'on pourrait multiplier encore, ressort que du côté du toit il y a généralement contact par sédimentation entre la mollasse et le blocage valangien, tandis que du côté du mur ce contact est souvent mécanique, bien que localement on y ait constaté aussi des perforations de pholades.

L'hypothèse qui vient en premier lieu à l'esprit en vue d'expliquer l'origine de ce gisement, c'est d'admettre un simple anticlinal perçant la mollasse marine, ainsi que l'avait déjà fait C. Nicolet et après lui A. Jaccard. Mais divers faits s'opposent à cette hypothèse. C'est d'abord la présence de perforations sur les deux bords de cette intercalation, ce qui prouve que le Valangien perçait déjà au milieu de la mer helvétique. Il faudrait donc admettre que l'ébauche de ce repli ait déjà existé alors et que les dislocations post-tertiaires n'aient fait que l'accentuer; c'est ce que tendent à admettre MM. Rollier et Bourquin. Mais cette hypothèse, aussi plausible qu'elle paraisse, me suggère des objections, car elle n'expliquerait guère cet enchevêtrement de calcaire valangien, de marne hauterivienne et surtout la présence presque constante du Purbeckien à la base, sans aucune trace du Portlandien qui devrait former alors le noyau du pli. D'ailleurs, l'épaisseur de la zone de blocage, qui

ne mesure que 4-10 m. d'épaisseur dans la partie mise à découvert par les tranchées et passages sous voie, s'oppose à l'admission d'un pli, même écrasé. Un simple écrasement n'aurait pas produit ce mélange intime des divers éléments stratigraphiques. Il doit y avoir un autre phénomène en jeu. La structure si généralement fragmentée et même bréchiforme du Valangien, l'enchevêtrement de celui-ci avec les terrains ambiants ne peuvent s'expliquer que par *un mouvement glissant permettant la fragmentation des éléments résistants et leur mélange avec les terrains plastiques sous-jacents ou superposés*. Deux phénomènes seuls peuvent produire cet effet : ce sont les *chevauchements* et les *glissements de terrain*.

La première de ces hypothèses se greffe sur celle d'un pli en bombement ayant existé déjà à l'époque helvétique et qui se serait développé en pli-faille avec chevauchement du flanc S.E. sur le flanc N.W. La tête de la plaque chevauchée subissant la résistance des terrains en surcharge (Helvétien, marnes rouges et dépôts marno-calcaires cœningiens) se serait fragmentée en se mélangeant au Purbeckien sous-jacent qui servait de milieu glissant, et aussi aux lambeaux du Hauterivien que l'érosion avait épargnés. C'est cette interprétation que je donne dans le profil de la fig. 4.

Toutefois, cette explication que je voudrais admettre comme correspondant à la réalité, ne me satisfait pas entièrement. La présence de lambeaux de marne hauterivienne à l'intérieur même du blocage valangien sous la surface taraudée prouve que la marne hauterivienne *était déjà à cette place avant ou pendant le dépôt de la mollusque marine, qu'elle n'y est en tout cas pas*

arrivée plus tard. Il en est de même d'une partie des enclaves purbeckiennes.

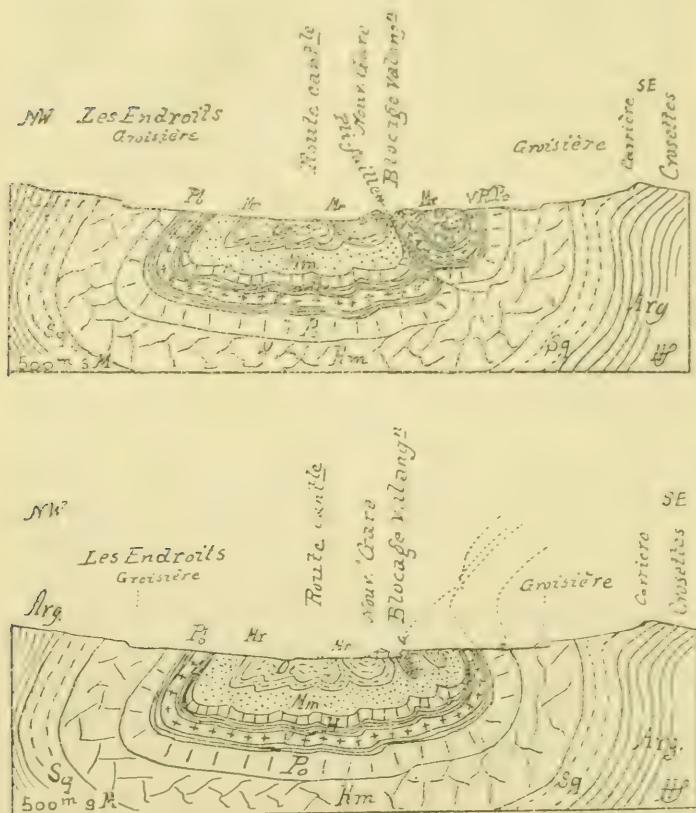


Fig. 4 et 5. Profils géologiques à travers le synclinal de La Chaux-de-Fonds interprétant l'hypothèse d'un chevauchement (fig. 4) et celle d'un glissement de terrain (fig. 5).

LÉGENDE:

Oc. oeningien; Mr. Marne rouge à Helix; Nm. Mollasse marine helvétique; H. Hauterivien, calcaire et marne; V. Valangien; Pb. Purbeckien; Po. Portlandien; Km. Kimeridgien; Sq. Séquanien; Arg. Argovien.

Est-il admissible que des dislocations aussi intenses se soient produites dans le Jura à l'époque helvétienne? Je ne le crois pas et cependant tout semble indiquer que la dislocation du Valangien et du Purbeckien est, partiellement du moins, miocène? C'est ce qui m'a fait examiner la possibilité d'expliquer cette étrange apparition non comme un chevauchement ou un anticlinal perçant le Tertiaire, mais *comme une masse gisant sans racine dans le dépôt helvétique et dont la provenance serait à chercher sur le flanc S.E. de la vallée*. Ce flanc est aujourd'hui complètement renversé par places. En effet, les plis du Jura, ceux bordant la vallée de La Chaux-de-Fonds et du Locle en tout cas, étaient déjà ébauchés et en partie émergés à l'époque miocène; les érosions helvétiques et l'absence de dépôts du Tertiaire inférieur le prouvent. Il est donc facile à admettre *que le pied d'un de ces plis ayant été attaqué par l'érosion jusqu'au Portlandien, une bande de Néocomien (Valangien et Hauterivien) s'étant trouvée sans appui à son pied, a glissé sur les marnes purbeckiennes et avec celles-ci dans le golfe helvétique, en se bouleversant comme nous l'avons constaté*. Notre zone de blocage serait donc un vaste glissement de terrain tombé à l'époque helvétienne par suite d'érosion côtière! Le reste s'explique tout seul. La surface de ce lambeau a été taraudée par les pholades. Les dépôts helvétiques l'ensevelirent peu à peu, puis la marne rouge tortonienne et les dépôts lacustres cénangiens se déposèrent par-dessus. Enfin les grandes dislocations post-tertiaires achevèrent le bouleversement du tout, en le serrant entre les deux flancs renversés des chaînes de Sonmartel et de Pouillierel. Cette interprétation est représentée dans la fig. 5, où cependant le renversement du flanc de la chaîne

de Sommartel ne doit pas entrer en ligne de compte pour motiver le glissement que j'indique par des lignes pointillées. Ce renversement est post-tertiaire: la déclivité des couches corrodées à leur pied devrait être suffisante pour motiver le glissement supposé. Je donne cette explication comme étant du moins tout aussi plausible que l'autre. Nous n'avons pas jusqu'ici de preuve positive et péremptoire pour en donner la démonstration. Il faudrait une galerie passant au-dessous pour prouver sa situation sans racine sur le Tertiaire. Outre les motifs indiqués plus haut et auxquels il faut joindre encore l'analogie avec le lambeau valangien du Communal du Locle, il faut relever encore le fait que *cette zone de blocage valangien donne naissance à plusieurs sources assez constantes*, quoique de faible volume, dont l'une jaillit au S.E. et l'autre au N.E. de la remise des locomotives. Une partie de l'eau qu'on a drainée au droit du bâtiment Ulrich frères, à côté de la culée S.E. du pont, paraît avoir la même origine. Or, un pointement anticlinal ou chevauché ne fonctionnerait certainement pas comme terrain collecteur d'eau; il laisserait tout s'écouler dans la profondeur de la montagne. *Il faut donc que cette zone de blocage ne se continue pas en profondeur*, mais repose sur un fond étanche, les marnes helvétiques et purbeckiennes qui constituent son soubassement. Ajoutons encore que la gompholite jurassique du Locle, qui appartient indubitablement au niveau de la molasse marine, revêt dans son ensemble comme dans les détails absolument le caractère d'éboulements tombés dans la mer helvétique. Cette formation, qui a passé pendant longtemps pour énigmatique, mériterait sous ce rapport une étude spéciale. Elle n'est en

tout cas pas sans analogie avec le blocage de La Chaux-de-Fonds et avec le gisement que nous allons décrire.

XV

Brèche énigmatique aux Brenets.

Communiqué dans la séance du 7 mars 1902.

Jaccard a signalé aux Brenets¹ le Tongrien sous forme d'un conglomérat adossé au Portlandien renversé de l'arête du Châtelard. Un banc avec grosses huîtres (*Ostrea callifera*), subordonné à cette formation, en atteste l'âge tongrien. Cette formation ne me semble pas être l'unique sédiment tertiaire du synclinal des Brenets. Ce synclinal découpé de sa continuation, les Bassots-Villers, par le ravin de la Raçonnière, ne forme plus qu'un épaulement contenant, outre le Valangien et le Hauterivien, un lambeau de l'Urgonien inférieur, ainsi que l'a constaté M. Baumberger². Ce serait donc sur l'Urgonien que reposerait le Tongrien dans la partie N.W. du synclinal, tandis qu'il touche au Portlandien du côté S.E. Aujourd'hui, on ne voit plus rien de ce terrain à découvert le long de la tranchée de la route. J'en ai encore vu des vestiges avec M. Jaccard en 1879. Plus récemment la tranchée et le tunnel du régional l'ont entamé de nouveau au S. de la gare.

Le talus qui surmonte le village des Brenets est formé sur une grande étendue de dépôts argileux

¹ *Mat. carte géol. suisse*, VI, p. 112.

² *Eclogæ geol. helv.*, t. V, 1898, p. 255.

dans lesquels on trouve en abondance des débris de marne rouge. Cela ne semble pas être un terrain équivalent à la marne rouge à *Helix* de la Combe-Girard et de La Chaux-de-Fonds, car ce terrain est superposé au Tongrien et paraît appartenir plutôt à l'Aquitanien. Son gisement actuel, dans un mélange de débris rocheux de toutes sortes, semble être dû à un remaniement glaciaire superficiel. Les fouilles pour le nouveau réservoir d'eau des Brenets permettaient fort bien de s'en rendre compte. D'autre part, j'ai constaté, lors d'une excursion avec mes étudiants, le 21 juin 1903, au-dessus des Bassots, près de Villers-le-Lac, un grès vert tendre avec débris d'huîtres et *Pecten*, qui doit appartenir certainement à la mollasse helvétique: il est séparé du Néocomien par un épais dépôt de marne rouge qui serait ainsi aquitanienne. Il y a donc dans ce synclinal certainement du Tongrien, des marnes rouges aquitaniennes et de l'Helvétien.

Aux Brenets, le synclinal se relève en se rétrécissant en forme de chenal pour venir se terminer au-dessous des Recrettes.

Tout indépendant du synclinal, en apparence, on voit s'étendre à travers celui-ci une zone rocheuse que la carte géologique 1 : 100 000 n'indique pas. Elle forme une arête large de 100 à 200 m., qui commence au pied du crêt portlandien du Châtelard et se prolonge parallèlement à la route des Brenets par la forêt de l'Essert jusqu'au hameau de la Crête, où elle s'arrête presque au contact avec le Portlandien de l'autre flanc du synclinal. Cette crête rocheuse est formée d'un blocage composé presque exclusivement de calcaire saccharoïde portlandien. Les blocs sont de tout volume, entassés pêle-mêle et si fortement serrés qu'on les prendrait

pour du rocher en place. Les blocs isolés sont irréguliers, mais plus ou moins arrondis. Leur surface est couverte de *stries de glissement*; quelques-uns sont absolument polis et luisants, comme passés au brunissoir. Cette formation est en relation intime avec l'argile rouge et jaune sous-jacente qui pénètre en bandes et apophyses étroites entre les blocs et zones de blocs. L'exploitation de ces calcaires comme « groise » pour les routes et la fondation d'un bâtiment ont permis de s'en rendre compte très nettement.

Le fait que ce n'est pas de la roche en place ressort d'abord de la circonstance que cette traînée de blocage *traverse en écharpe le synclinal de part en part*, mais aussi qu'elle doit reposer sur un substratum étanche, la marne rouge et jaune tertiaire. Cette zone rocheuse recèle en effet le seul niveau aquifère assez élevé pour alimenter le village des Brenets. Un groupe de sources assez abondantes a été capté près de la Deu, à la cote de 905 m.; une autre source, la source aux grenouilles, émerge un peu plus bas; enfin, à la Crête, à l'extrémité N.W. de la zone de blocage, jaillit une dernière source, très constante aussi, à la cote de 870 m. environ.

La fig. 6 ci-dessous donne la situation de cette étrange formation.

On pourrait être tenté de considérer cet amoncellement de blocs comme étant un *dépôt morainique*, d'autant plus que la marne rouge et jaune sous-jacente a sur plus d'un point l'aspect et la structure de la moraine de fond argileuse résultant du remaniement des marnes tertiaires. Je le crois cependant plus ancien et le rattacherais le plus volontiers aux dépôts

tertiaires de la région. Malheureusement, nous n'avons aucun argument paléontologique attestant son âge autrement que par sa superposition à la marne aquitanienne: force est donc de laisser subsister l'incertitude sur ce point. Toutefois, si cette formation n'est pas également aquitanienne, elle serait plutôt helvétienne et analogue sous ce rapport à la gompholite

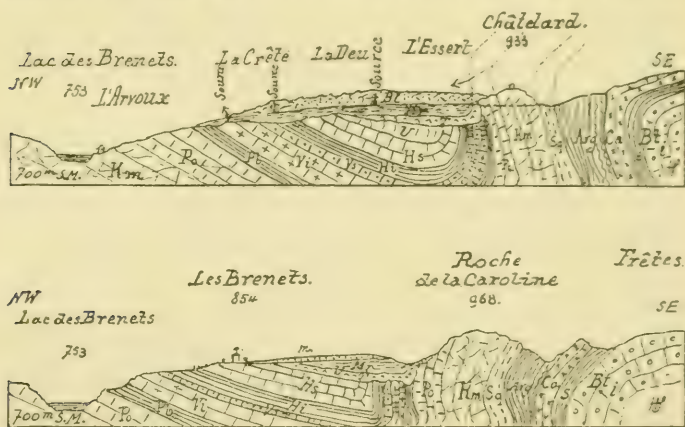


Fig. 6 et 7. Profils géologiques à travers le synclinal des Brenets.
Echelle 1 : 15 000.

LÉGENDE:

m. Moraine; *Bl.* Blocage de calcaire portlandien; *Mr.* Marne rouge; *T.* Tongrien; *U.* Urgonien; *Hs. i.* Hauterivien supérieur et inférieur; *V.s. i.* Valangien supérieur et inférieur; *Pb.* Purbeckien; *Po.* Portlandien; *Km.* Kiméridgien; *Arg.* Argovien; *Ca.* Dalle nacrée (Callovien); *Bt.* Bathonien.

des environs du Locle et au blocage de La Chaux-de-Fonds décrit ci-dessus.

Quant à son mode de formation, il n'y a nul doute qu'il s'agit d'un *choulement* qui est tombé du flanc renversé, aujourd'hui disparu, de l'anticlinal des Frêres, ce que j'indique par des lignes pointillées et une flèche désignant le sens du mouvement. Après sa

chute, ce dépôt a encore subi des dislocations et des compressions énergiques, d'où son mélange intime sur la zone de contact avec la marne sous-jacente et la formation de galets absolument polis par des miroirs de glissement. Il faut attendre encore de nouvelles découvertes pour savoir si cette formation est bien d'âge tertiaire.

XVI

Un pli-faille à la Vue-des-Alpes.

Communiqué dans la séance du 26 juin 1902.

Lorsqu'on suit, à partir du col des Loges, la route de la Vue-des-Alpes à La Chaux-de-Fonds, on croit traverser une série normale de couches appartenant au flanc S.E. du pli anticlinal du Mont-d'Amin. Ce profil, devenu classique par les travaux de Gressly¹ sur le tunnel de la montagne des Loges, se présente en effet le long de la dite route de la manière suivante: à côté de l'auberge de la Vue-des-Alpes, au sommet du col, affleurent des bancs calcaires lités, fortement craquelés, appartenant au Kimeridgien inférieur. Plus bas viennent des calcaires séquanien et les couches marneuses du Séquanien inférieur forment le bas du talus qui précède la Combe de la Saffrière. Celle-ci, qui correspond à la Combe des Auges de l'autre côté du ravin des Convers, semble être due aux marnes hydrauliques de l'Argovien. Un petit crêt surgit au bord de la route, après le contour convexe

¹ DESOR et GRESSLY. *Etudes géologiques sur le Jura Neuchâtois. Mém. Soc. neuch. sc. nat.*, 1859, t. IV.

du côté S. que décrit celle-ci en traversant la dépression au pied du crêt séquanien. Sans autre examen, on prendrait ce crêt pour le Spongilien et la Dalle nacrée (Callovien), et la dépression qui suit pour celle des marnes du Furcil (Bathonien supérieur), d'où il résulterait que les couches de calcaire subspathique supportant un niveau marno-calcaire à polypiers qui forment le noyau de la voûte du Crêt-Meuron doivent représenter la Grande Oolite, tandis que la Dalle nacrée formerait plus loin la calotte de la colline du Crêt-Meuron et de Treymons. De l'autre côté de celle-ci, on trouve en effet la série inverse, Dalle nacrée, Spongilien, Argovien hydraulique et Séquanien, affleurant tous au bord de la route ou à proximité.

Pourtant Jaccard avait toujours indiqué le calcaire à polypiers de la Vue-des-Alpes (carrière du Crêt-Meuron) comme appartenant au Bajocien. D'après la classification que nous venons de suivre en nous guidant d'après la topographie, cette assise reposerait au contraire *sur* la Grande Oolite. Or, en examinant, marteau en main, les couches qui se succèdent entre la Combe de la Saffrière et la carrière de Crêt-Meuron, on arrive bientôt à une tout autre conclusion. En effet, le petit crêt qui surgit au N.W. de cette combe n'est formé ni par le Spongilien, ni par la Dalle nacrée, mais *c'est au contraire la Grande Oolite*, soit l'assise sous-jacente à la marne du Furcil. Ce sont des calcaires compacts blanchâtres dans la partie supérieure, devenant gris et sableux à la base. Audessous de cette Grande Oolite, vient une couche assez épaisse de marne grise ou blanche homogène très argileuse qui diffère absolument de la marne du

Furcil. Elle affleure près du chalet du Crêt-Meuron, où elle a été exploitée. Un massif calcaire semblable au premier vient au-dessous; il recouvre une zone de marne schisteuse grise. Cette marne est séparée par 4-5 m. de calcaire clair subspathique d'une zone marno-calcaire jaune, le niveau à Coraux, qui recouvre en forme de calotte les calcaires jaunâtres, subspathiques également, qui sont exploités dans la carrière du Crêt-Meuron au bord de la route. L'âge bajocien du calcaire à polypiers est démontré par la présence du *Stephanoceras Humphriesi*, Sow. Avec cela, la question de superposition des assises est tranchée. Le calcaire à polypiers ne repose pas sur la Grande Oolite, mais il est bien au-dessous et appartient au Bajocien supérieur. Mais il reste toujours l'énigme de la présence de la Grande Oolite immédiatement à côté du Séquanien inférieur, sans aucune trace de la marne du Furcil, ni de la Dalle nacrée et du Spongien. Les marnes argoviennes même paraissent être très réduites dans la Combe de la Saffrière. Dans le voisinage de la route, elles font certainement défaut, car les calcaires séquaniens sont à proximité immédiate de la Grande Oolite. Mieux que cela, lorsqu'on suit ce contact dans la direction du Pré-Raguel, on voit la Grande Oolite se rapprocher de plus en plus du Séquanien, puis s'enfoncer à son tour. C'est la marne vésulienne, d'abord, puis le Bajocien, qui entrent en contact avec le Séquanien. Nul doute qu'il y a là un *pli-faille* qui a passé inaperçu jusqu'ici par suite d'un véritable travestissement orographique qui a même risqué de porter l'erreur dans la série stratigraphique. Ce pli-faille va en s'accroissant vers le N.E. et doit avoir son maximum d'amplitude au droit du sommet coté

1345 m. sur la carte Siegfried; puis il s'éteint graduellement sur le bord N.W. de la Combe des Auges, où la disposition redevient normale. L'existence de ce pli-faille est absolument tangible et saute presque aux yeux, lorsqu'on se trouve sur la colline de Mont-Perreux, du côté opposé au ravin des Convers. Alors on voit que les grands massifs calcaires du Bajocien viennent butter contre le Séquanien et plus bas contre l'Argovien. Ce contact anormal passe à environ 50 m. au S.E. du chalet du Pré-Raguel.

Voici comment, d'après cette observation nouvelle, le profil de la chaîne des Loges-Mont-d'Amin doit être rectifié :

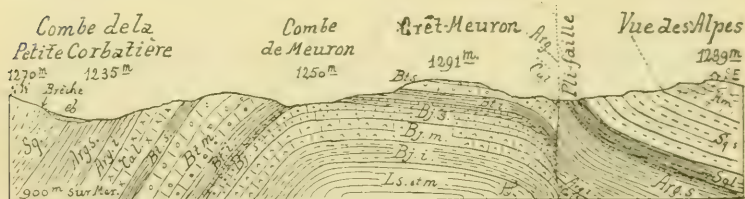


Fig. 8. Profil géologique parallèle à la route de la Vue-des-Alpes par la chaîne du Mont-d'Amin. Echelle 1:12500.

LÉGENDE:

Eb. Eboulis; *Km.* Kimeridgien; *Sq. s.* Séquanien calcaire; *Sq. i.* Séquanien inférieur marneux (Marnes à ciment exploitées pour l'usine des Convers); *Arg. s.* Argovien supérieur (Calcaire hydraulique de Saint-Sulpice); *Arg. i.* Spongilien; *Cal.* Callovien. (Dalle nacrée); *Bt. s.* Marnes du Furcil; *Bt. m.* Calcaires blancs et subspathiés ou oolitiques (Grande Oolite); *Bt. i.* Marne vésulienne; *Bj. s.* Bajocien supérieur, Calcaire à polypiers supérieur et calcaire de la carrière du Crêt-Meuron; *Bj. m.* Bajocien moyen. Calcaire à polypiers inférieur et Calcaire à crinoïdes; *Bj. i.* Bajocien inférieur, Calcaire grenu gris sableux et marneux en bancs minces, localement micacé, avec restes de végétaux (Aalenien et Opalinien); *Ls. et m.* Toarcien et Charmouthien.

Ce pli-faille doit avoir été coupé par le tunnel des Loges. Mais le profil réduit de Gressly n'indique rien d'analogue. Dans la partie centrale seulement, qui a

été donnée par Jaccard à l'échelle originale 1:1000 dans la livr. VII des *Matériaux pour la carte géol. suisse*, pl. II., se trouve indiquée une surface de glissement (strates froissées) mettant en contact le Marly-sandstone avec l'Oolite inférieure (Bathonien). C'est peut-être la continuation de notre pli-faille qui doit en effet, avant de s'éteindre, se diriger vers l'emplacement où cet accident est indiqué dans le profil Gressly.

La cause de cette dislocation est sans doute la tuméfaction que subissent les marnes liasiques au sommet du noyau de l'anticlinal, car cette partie du pli est surélevée par rapport aux flancs. Le flanc S.E. surtout paraît affaissé de 100-150 m., si nous mesurons le rejet des couches de part et d'autre du plan de glissement. En repérant sur la carte le parcours de la trace superficielle de cet accident, on est frappé du fait qu'il coïncide exactement avec une déviation en arc de cercle de l'alignement de l'axe de la chaîne; cela ressort nettement de la feuille VII de la *Carte géologique suisse* 1:100 000. Elle se place entre Tête-de-Ran et le Mont-d'Amin. La route des Loges à la Vue-des-Alpes en suit la flèche.

Cette déviation correspond à un *écrasement de l'anticlinal*, d'où l'intumescence du Lias et le soulèvement de la calotte de Dogger entre les deux flancs du Malm. Je me propose de mettre au point, à une échelle assez grande, le profil de Gressly, afin de pouvoir y introduire, outre la dislocation que nous venons de constater, aussi les détails stratigraphiques concernant cette partie centrale de la chaîne du Mont-d'Amin.

LETTRES INÉDITES DE LÉO LESQUEREUX

COMMUNIQUÉES PAR F. TRIPIET, PROF.

Les cinq lettres suivantes, que MM. Charles et Paul Chapuis ont mises obligeamment à ma disposition, ont été écrites par Léo Lesquereux, et adressées de Fleurier, sauf la dernière, à Louis Chapuis, qui fut pharmacien à Boudry pendant 42 ans, et dont le père, originaire de Romanel (Vaud), fut maître de chant à Neuchâtel, pendant plus de 30 ans, à partir de 1808.

Pour éclairer les lecteurs, je tiens à donner quelques renseignements sur ces deux hommes distingués, dont les noms ne doivent pas tomber dans l'oubli. Léo Lesquereux, né à Fleurier en 1806, s'était fait connaître par son étude approfondie des mousses et par ses savantes recherches sur les tourbières en général, lorsqu'il passa en Amérique en 1848. Là, il fut chargé par le riche banquier Sullivant, établi à Colombus (Ohio), de récolter et d'étudier les mousses des Etats de l'Union, et d'entreprendre de longs voyages d'exploration, durant lesquels il acquit de vastes et profondes connaissances, non seulement en botanique mais en géologie. Il devint, de l'avis des savants américains, qui le tenaient en haute estime, un observateur de premier ordre et le principal botaniste paléontologue des Etats-Unis, fort consulté pour diriger les recherches des gisements de houille ou des sources de pétrole. Son herbier de mousses est devenu, grâce à la générosité de MM. Georges et Fritz Berthoud, amis intimes de Lesquereux, la propriété du Musée d'histoire naturelle de Neuchâtel.

Louis Chapuis consacrait avec passion à l'étude de notre flore tous les loisirs que lui laissait sa pharmacie et il était en relation avec les principaux botanistes de la Suisse romande. Né en 1801, contemporain de Léo Lesquereux, ils firent bonne et affectueuse connaissance, entretenue par des excursions, par des échanges de plantes rares, et scellée par l'infirmité dont chacun d'eux était atteint : Chapuis abominablement bégue et Lesquereux absolument sourd. Tous deux moururent à l'âge de 83 ans, l'un en Amérique, l'autre à Boudry.

F. T.

PREMIÈRE LETTRE

Monsieur,

Il y a longtemps que j'aurais répondu à votre aimable lettre en vous remerciant de votre obligeant envoi ; mais vous m'avez demandé mon avis sur la flore de Mutel¹ et j'aimais bien parcourir cet ouvrage pour m'en faire une idée. Depuis deux mois je possède la flore de Reichenbach (mais non les Icones), et je suis un peu gâté par cet ouvrage. Celui de Mutel me semble cependant parfaitement bien fait et en grande partie calqué sur Reichenbach. Peut-être la synonymie est-elle moins étendue et les descriptions un peu plus longues. En tout cas, c'est la meilleure flore française qui ait paru, à ma connaissance du moins. Ce qu'il y manque, c'est une bonne table avec la synonymie et surtout les noms latins. Pour moi, qui connais peu de noms français, je suis forcé de faire un apprentissage pour m'en servir. Ce qu'il y a de mieux, ce sont les gravures des plantes critiques. Je m'en suis servi déjà avec grand avantage pour mes *Polygala*. Aussi, Monsieur, je vous remercie bien sincèrement de votre complaisance pour moi. Puisque cet ouvrage vous est inutile pendant ces derniers mois d'automne, je le garderai jusqu'à ce que vous me le demandiez, ce que je vous prie de faire dès que vous croirez le moment venu de vous en servir. Votre *Pirola uniflora* m'a causé une vive joie. Je voudrais bien pouvoir vous rendre quelque chose en échange ; quant à la *Drosera intermedia*, je l'ai en grande quantité des marais des

¹ A. MUTEL : Flore française destinée aux herborisations. Paris et Strasbourg, 1834, 5 vol. in-12 et un atlas.

Ponts où elle est commune¹. Elle m'a cependant rendu attentif à la différence des deux espèces *D. longifolia* et *D. intermedia*, que j'avais confondues dans mon herbier. M. Godet² vous a fait visite, m'écrit-il; il est heureux de vous avoir trouvé si riche et se propose de voir tout ce que vous possédez. Je voudrais, hélas! être libre comme il l'est, je courrais aussi souvent m'instruire auprès de vous et causer de ce qui nous intéresse; je le suis si peu que sans doute je renverrai à plus tard la visite que je me proposais de vous faire cet automne. M. Godet me dit que vous avez fait une jolie excursion sur la montagne de Boudry et que vous avez entre autres trouvé le *Senecio sylvaticus*. J'en suis bien aise et puisque vous en avez des exemplaires, je vous prie de rendre à M. Rosselet³, en lui faisant mes compliments, celui qu'il m'avait prêté à déterminer et que j'avais promis de rendre. Le *Dianthus* que M. Rosselet a compris *asperge* quand je lui disais que c'était peut-être le *asper* est le *D. Armeria*, assez commun au-dessus de Bôle. Ne l'auriez-vous pas vu?

Bien m'en a pris de visiter encore le Creux-du-Vent dimanche passé huit jours; car voici le mauvais temps qui pourrait bien gâter les bonnes intentions. Comme je vous l'avais promis, j'ai recueilli quelques espèces de graines que je tiens à votre disposition. Si je ne vous les envoie pas aujourd'hui, c'est que je dois encore parcourir dimanche le Creux-du-Vent et la côte de Noiraigue, si le temps le permet. Pour cela j'irai coucher samedi à Noiraigue et j'aurai à moi toute la

¹ C'est une erreur: *D. intermedia*, Hayn est étrangère au Jura. Confondue avec *D. longifolia*, L., qui n'est pas rare dans les tourbières des Ponts.

F. T.

² Charles-Henri Godet, auteur de la *Flore du Jura*.

³ Pasteur à Bôle.

journée du dimanche pour le Creux-du-Vent. Voici les graines cueillies pour vous: *Anemone alpina*, *A. narcissiflora*, *Dryas octopetala*, *Bartsia alpina*, *Linaria alpina*, *Hieracium succisæfolium*, *Polygonum viviparum*, *Hieracium villosum*, *Cynoglossum montanum*, etc., etc., et quelques autres. Plusieurs n'étaient pas mûres. J'ai trouvé très abondantes sur les roches *Allium angulosum*, *Bupleurum ranunculoides*, *B. longifolium*, *Lycopodium selaginoides*, *Erigeron alpinus*, etc., et dans le fond le *Lycopodium juniperifolium*, *Polypodium Dryopteris* (le tout à votre service) et la fameuse *Rosa pendulina*¹ qui, me dit M. Godet, se trouve sur le même pied que la simple *Rosa alpina*. Ce n'est donc pas même une variété. C'est tout comme l'*Helianthemum grandiflorum* et le *Salix auricula*.

Votre visite m'a fait un bien grand plaisir, Monsieur; pourquoi a-t-elle été si courte? j'avais encore une foule de choses à vous demander, car vous avez beaucoup vu. N'avez-vous trouvé nulle part et n'avez-vous point à mon service le *Scrophularia verna* de Schleicher? Le croyez-vous dans notre pays? J'ai trouvé ici l'autre jour le *Bupleurum rotundifolium* et dimanche passé au Creux-du-Vent votre *Hieracium prenanthoides* qui n'est nullement le *prenanthoides*. Je me suis confondu à le déterminer et en désespoir de cause je l'ai envoyé à M. Godet qui le prend pour le *H. paludosum*². Je n'y crois point encore, mais c'est seulement pour ne pas jurer sur les paroles du maître; car je n'ai pas confronté sa détermination.

En tout cas c'est pour mon herbier une espèce ou une variété nouvelle. — Je vous écris bien à la hâte,

¹ Probablement une forme de *R. alpina*. F. T.

² *Crepis paludosa*, Moench.

Monsieur, et il vous faudra de la bienveillance pour parcourir ma lettre. J'espère pourtant que vous me permettrez de continuer avec vous des relations amicales auxquelles je tiens beaucoup. Je vous ferai part de tout ce que je trouverai de nouveau; je vous demanderai beaucoup de choses que je désire. Vous serez libre de me les refuser et de mon côté je vous offrirai tout ce que je possède. Cet été m'a été bien profitable. Je travaillerai beaucoup cet hiver si le temps le permet et si Dieu le veut et au printemps, je l'espère, vous me trouverez un émule digne de courir et causer avec vous.

M. Magnin¹ me charge de vous faire ses amitiés. Il a été fort content de sa course à Sainte-Croix. Lorsque vous aurez du temps disponible, je vous en prie, écrivez-moi quelques mots, il y a tant à dire entre botanistes. Je vous répondrai toujours avec zèle et avec un grand plaisir.

Agréez, je vous prie, les salutations bien cordiales de votre ami et tout dévoué

(signé) Léo LESQUEREUX.

Fleurier, 30 août 1837.

Si j'avais su, Monsieur, que vous étiez fils de M. Chapuis de Neuchâtel² dont j'étais particulièrement aimé au Collège, je vous aurais parlé de lui et de vos sœurs que j'ai vues en Allemagne à leur passage. J'ai habité quatre ans la même maison (chez le greffier Borel où j'étais en pension), nous étions donc près voisins. Ce sera pour une autre fois.

¹ Instituteur à Fleurier.

² Jean-Pierre Chapuis, maître de chant dans les écoles de la ville.

DEUXIÈME LETTRE

Fleurier, mercredi soir¹.

Monsieur et cher ami,

Quand même ma course au Creux-du-Vent ne m'aurait valu que votre aimable lettre, je serais heureux de l'avoir faite dimanche. Il m'était si pénible de penser que vous aviez oublié peut-être ou que peut-être aussi ma négligence à vous renvoyer votre flore de Mutel vous avait indisposé contre moi. Merci donc de votre bienveillante missive et de votre aimable invitation dont je ne puis malheureusement pas profiter. Mes occupations sont encore infiniment plus tenaces que les vôtres, en ce sens-ci, qu'absolument manuelles, j'en suis réduit pour mes loisirs à l'exacte observation du commandement qui défend de travailler le dimanche. Ce jour-là, je pose mes outils et je vais prier au milieu des bois, des montagnes et des fleurs, car l'admiration dans les œuvres de Dieu ne peut être qu'une continuelle prière. Vous le sentez comme moi, si je vous ai bien jugé, aussi ne me fais-je aucun scrupule de vous le dire. Mais pour disposer de plusieurs jours, c'est impossible à votre pauvre ami et serviteur qui se contente de désirer et d'espérer. L'occasion pourtant est des plus engageantes et je ne puis vous dire combien, en lisant votre lettre, le cœur me battait à l'idée de passer deux ou trois jours avec vous. Mais... que faire ! Espérons qu'un jour au moins nous pourrions nous rencontrer au sommet du Creux-du-Vent. Cette charmante localité, ce paradis, comme l'appelait un amateur jardinier qui m'accompagnait, m'a été plus favorable que

¹ Le timbre postal porte la date du 13 juillet 1838.

jamais. En allant cueillir l'*Anthyllis montana*, dont je vous ai envoyé des exemplaires par votre jeune homme, j'ai eu l'extrême bonheur de rencontrer au pied du rocher, à droite de la maison Robert et presque vis-à-vis, l'*Orchis odoratissima*!! nouvelle découverte pour notre flore. Un seul exemplaire, mais admirablement beau. J'étais heureux. En descendant de cette ascension que je ne fais jamais qu'en tremblant, et au péril de mon cou, je trouve votre jeune homme qui m'ouvre sa boîte et me donne l'*Arnica montana*!! Décidément, c'était plus que du bonheur. Et puis toutes mes vieilles connaissances en pleine fleur. Seulement j'ai arpenté trois heures, pouce par pouce, ces larges plaines de la montagne dont je ne connais pas les noms, cherchant comme une épingle la bonne Arnica que je n'ai pu trouver. J'ai été pourtant plus loin que le signal, presque une heure et demie du Creux et les vagues indications de votre jeune homme la plaçaient à un quart de lieue du haut du sentier. Décidément il y avait erreur de compte. Je ne veux pas dire qu'il y eût grand avantage pour votre élève à courir avec moi, quand même je lui avais montré de belles plantes rares, le *Cymbidium corallorhiza*¹, le *Rhododendron*, l'*Erysimum ochroleucum*, la *Linaria alpina*, etc., etc., quand même encore je lui en eusse fait voir d'autres, le *Satyrion albidum*, etc. sur le sentier. Mais, à sa place, j'aurais fait dix lieues pour montrer une nouvelle plante à un simple amateur. Ce n'est pas que j'aie le moindre grief contre lui, pauvre garçon déjà fatigué et forcé d'obéir aux exigences de sa société; mais s'il devient jamais botaniste, il agira tout autrement. — Le samedi

¹ *Corallorhiza innata*. R. BR.

après midi, j'avais pris ma course dans les marais des Ponts, par la côte de Noiraigue où j'ai trouvé abondamment l'*Orobanche* du Thym¹ (Thimi serpilli). Je cherchais d'abord l'*Epipactis ensifolia*, sur une mauvaise indication. Je n'ai trouvé cette fleur qu'à un seul endroit des côtes du Doubs et elle m'est bien connue. Dans les marais, du côté sud-ouest et parmi les pins nains, j'ai recueilli abondamment la *Drosera rotundifolia* et la *D. longifolia* (non *intermedia*) et à ma grande joie le *Carex leucoglochin* ou *pauciflora*. Belle acquisition encore, n'est-ce pas ? Aussi en ai-je recueilli de quoi en offrir. La belle course ! pour celui qui n'a guère d'autres jouissances que celles que lui donnent les fleurs ! Sans compter pourtant les jouissances de ma famille, car je suis maintenant père et époux, ma femme et mes enfants sont revenus et dès que vous pourrez, vous devriez venir me voir au milieu des miens. Je vous en prie, sitôt après votre arrivée, ou un rendez-vous ou une visite. Présentez-moi, je vous le demande, au bon Monsieur Ventzel comme un de ses admirateurs et saluez bien affectueusement M. Porret², vieille connaissance que j'ai faite à la Chaux-de-Fonds.

Pardonnez-moi surtout de vous écrire si à la hâte, mais j'ai peur que la poste ne m'attende pas ; peut-être suis-je déjà trop tard. Bon et heureux voyage. C'est un vœu de sincère amitié de votre affectionné.

(signé) LÉO LESQUEREUX.

Je suis abondamment pourvu du *Lotus siliculosus* que j'ai trouvé ou près de Bôle ou près de Saint-

¹ *Orobanche epithymum*. D.C.

² Confiseur à Boudry.

Blaise¹. Je n'ai pas le temps d'ouvrir mon herbier pour le voir.

TROISIÈME LETTRE

Fleurier, 12 octobre 1838.

Monsieur et cher ami,

Il m'est impossible de vous dire quelle joie m'a faite votre charmant envoi de mousses, papillons, chenilles, etc. Laissez-moi vous remercier d'abord pour moi, puis pour mon petit garçon qui n'oubliera pas plus que moi votre complaisance. Dimanche passé huit jours, il faisait mauvais temps, je n'ai pas pu sortir et j'ai employé une partie de ma journée à déterminer de mémoire ou par comparaison le plus grand nombre des individus que vous m'avez envoyés. Ma liste était prête et j'allais vous écrire le même soir, quand me vint à l'idée que quelques-unes de ces déterminations légèrement acceptées pouvaient être fausses, un second examen ne serait pas de trop afin de n'être pas dans le cas de revenir plus tard sur une chose donnée comme juste. Malheureusement depuis ce jour je n'ai plus eu une minute disponible, puisque le beau temps me chasse hors de la maison aussi souvent que possible. Vous attendrez donc encore quelques jours ma liste, mon cher Monsieur, et en attendant vous aurez ma lettre qui vous portera du moins un mot de ma sincère gratitude pour votre bienveillant secours. Deux ou trois de ces mousses me sont nouvelles; quelques-unes comme le charmant *Polytrichum aloides* m'ont été envoyées d'Alsace ou d'ailleurs, mais ne

¹ La plante se trouve encore dans les environs de Chanélaz. F. T.

s'étaient jamais montrées à moi dans notre pays. Le tout, je vous le répète, me fait grand plaisir. Depuis ma visite à Boudry, j'ai fait d'assez bonnes et nombreuses découvertes à Chasseron, la Glacière et nos montagnes, que je parcours mieux qu'un chasseur passionné. Si vous étiez avec moi ! Je rencontre à cette saison une foule de superbes champignons et toutes les fois qu'un nouveau m'apparaît, je soupire en pensant à vous. Pourquoi je ne récolte pas et ne vous fais pas d'envoi ? C'est dans la crainte seulement de vous faire payer des ports pour des inutilités. Mais, tâchez donc de faire une course avec moi. Samedi, par exemple, c'est-à-dire après demain, j'irai coucher à Noiraigue ou au Creux-du-Vent pour visiter encore cette localité. A moins d'événements inattendus, si je ne couche pas chez Robert ¹, j'y passerai à 7 ou 8 heures du matin. Si vous veniez me prendre ou m'attendre là, ma course me serait doublement agréable et nous chercherions à double. Ce sera peut-être notre dernière excursion de l'année.

Je n'oublie pas, au moins, votre aimable accueil à Boudry, ni votre complaisance à m'accompagner jusqu'à Grandson, ni le plaisir que j'ai eu à faire cette route qui sans vous m'aurait semblé si longue. Et moi aussi, j'avais encore bien des choses à vous dire et à vous demander. Mais il faut bien garder quelque chose pour l'avenir. Le pauvre M. Bertholet ² était fort chagrin de ne vous avoir pas vu. Vous n'avez pourtant pas perdu grand'chose de n'être pas entré chez lui ; il était tellement affairé pour une note égarée, je crois, que je n'ai fait que l'entrevoir. Votre

¹ Ferme Robert au fond du Creux-du-Van.

² Pharmacien à Grandson.

pauvre *Fidèle* était resté avec moi ; il ne vous avait pas vu monter en voiture. Je l'ai recommandé comme un ami égaré aux soins de M. Bertholet qui m'a promis de vous le renvoyer. J'espère qu'il aura tenu parole.

Pour nous, après avoir repris haleine au cabaret de Grandson, nous avons continué notre chemin, et grâce à la rencontre d'un assez grand nombre de chenilles titymales qui ont fait oublier à mon petit garçon la longueur de la route, nous sommes arrivés sans encombre et fort gaîment à Rance à 9 heures du soir. Bien m'en a pris pourtant d'être une connaissance du pasteur, puisque je n'ai pas trouvé d'auberge. Nous avons dû demander un gîte à M. Vuitel qui nous a fort amicalement reçus. Le lendemain retour à la maison à travers la montagne et sans fatigue.

Et vous, mon cher Monsieur, ne viendriez-vous point me faire une petite visite. Nous avons de superbes localités pour les champignons et j'aurai tant de plaisir à vous voir ! En vous remerciant de votre aimable invitation, je me réserve le plaisir de l'accepter le plus tôt possible. Cette année ? je ne sais ; mais au printemps peut-être. En tout cas, lorsque je vous enverrai une liste de vos mousses, j'y joindrai un certain nombre d'exemplaires des miennes afin que vous puissiez plus facilement vous mettre à cette étude si cela vous fait plaisir. J'accepte avec grand plaisir votre offre pour mes renonculacées. Si vous avez quelques doubles disponibles dans les plantes dont je vous envoie une liste, je serai bien aise de les avoir.

Ma femme, à qui j'ai beaucoup parlé de vous, se réjouit beaucoup de faire votre connaissance. En me

rappelant au souvenir de votre dame, présentez-lui, je vous prie, mes salutations amicales. Veuillez aussi les accepter pour vous-même, mon cher Monsieur, et m'envisager comme votre sincère ami.

(signé) Léo LESQUEREUX.

QUATRIÈME LETTRE

Fleurier, 12 mars 1839.

Monsieur et cher ami,

Il y a bien longtemps que je n'ai eu le plaisir de causer un instant avec vous et pourtant il y a bien longtemps que j'en éprouve le besoin. Mais vous savez peut-être par expérience comment sont les gens pressés qui espèrent toujours un moment de liberté et laissent ainsi passer les semaines et les mois sans attraper ce qu'ils désirent. J'ai souvent et beaucoup pensé à vous pendant ces trois mois d'hiver que j'ai employés (botaniquement parlant) à déterminer toutes les mousses que j'ai pu me procurer, les miennes d'abord, puis les vôtres et celles de M. Godet, notre excellent ami, qui a bien voulu me confier toute sa précieuse collection. Or ce travail n'a pu se faire qu'à la longue : vous savez que j'ai deux états manuels, une petite famille qui réclame mes soins, aussi ai-je dû prendre sur mes nuits et mon sommeil pour trouver quelque délassement conforme à mes goûts. J'ai bien employé mon temps, car j'ai joui beaucoup, comme on le fait toujours à mesure qu'on étudie de nouveau dans les œuvres de Dieu. Merci donc, mon cher Monsieur, puisque votre bienveillance et votre confiance y ont tant contribué. Ci-joint vous trouverez le catalogue de vos mousses. J'en garde un double pour moi

et je vous prie de classer d'après cela toutes vos mousses afin qu'à la première occasion où je pourrai vous faire visite, il me soit possible de voir si je n'ai pas fait d'erreur. Quelques-uns de vos exemplaires sont incomplets, et il est fort possible que j'en aie mêlé quelques-uns, puisque pour la facilité des déterminations j'ai dû rapprocher les genres et ainsi décoller souvent des exemplaires pour les transporter ailleurs, car vous vous souvenez peut-être qu'il y en avait toujours trois ou quatre par feuille. Maintenant, veuillez me dire en toute franchise s'il vous serait agréable sinon de compléter du moins d'augmenter votre collection d'un grand nombre d'espèces qui vous manquent et que j'ai à double. Schimper¹ m'a beaucoup envoyé de mousses de l'Allemagne : un autre ami, M. Mühlenbeck, docteur à Mulhouse, m'a fourni les mousses d'Alsace et j'ai considérablement récolté l'année dernière et fait dans mon sens de précieuses trouvailles. Je vous répète que tous mes doubles sont à votre service, que vous me ferez même plaisir de les accepter et que je vous aurais déjà envoyé mon paquet si je n'avais besoin encore de recevoir les documents de Schimper pour la sûreté de mes déterminations : car je lui ai envoyé une cinquantaine d'espèces douteuses. Vous comprenez que pour oser présenter un catalogue à la suite de celui que M. Godet a si bien fait, il faut être parfaitement sûr et dans les mousses c'est souvent difficile. Voici la saison où l'on peut déjà faire de très belles trouvailles. Mars et avril sont des mois précieux ; je vous prie donc, mon cher Monsieur, de ne pas m'oublier, mais de faire au bord du lac et de la Reuse, dans vos forêts de la plaine et sur votre petit

¹ Wilhelm Schimper, prof. de botanique à Strasbourg.

marais au pied de la montagne des recherches aussi soigneuses que possible pour recueillir tout ce que vous trouverez. Qu'importe, quand même vous m'enverriez vingt fois la même chose, je serais toujours content et vous devrais de la reconnaissance.

Mais c'est déjà trop pour ce qui me regarde sans vous intéresser particulièrement. A quoi en sont, dites-moi, vos recherches sur les champignons dont vous donnerez, j'espère, aussi un catalogue? Pourrais-je pour cela vous être de quelque utilité en vous envoyant tout ce qui ne me semblerait pas trop commun? Il faut chercher les mousses avec des précautions si minutieuses que parfois je pourrai peut-être tomber sur quelque chose de rare, et les localités que nous explorons de préférence doivent être assez analogues. J'aimerais pourtant beaucoup, avant de recueillir, voir et parcourir un ouvrage qui me mettrait à même de savoir ce qui a l'apparence du rare et ce qui ressemble au commun. Une fois que vos cahiers vous seront inutiles, obligez-moi de me les prêter pour une semaine.

Vous avez eu la complaisance de m'offrir quelques détails sur les cultures de vos environs, tant sur les moyens nouveaux mis en usage que sur les plantes cultivées. Vous avez vous-même fait quelques heureux essais, avec la moutarde par exemple, et d'autres graines. Veuillez, je vous prie, m'en donner le plus vite possible quelques détails qui me seront d'une grande utilité pour terminer mon cours de botanique. Je suis à peu près au bout. Je n'ai plus à traiter que la géographie botanique, l'agriculture et la culture des forêts, puis les harmonies végétales. Ce seront mes trois der-

nières leçons¹. Aidez-moi de toutes les directions de votre science et de votre expérience, je vous en aurai la plus grande reconnaissance.

Depuis que nos relations ont commencé, je suis toujours à votre égard l'obligé et je n'ai rien fait encore qui pût vous prouver combien je sens vivement votre bonté pour moi. Mon petit Ferdinand parle de vous toutes les fois qu'il regarde ses papillons et moi je pense à vos dons chaque fois qu'une partie de mon herbier me passe dans les mains. Quand viendrez-vous donc aussi passer un jour avec nous et faire la connaissance de ma femme qui vient de me gratifier d'un quatrième fils. Je voudrais faire encore avec vous une promenade aussi agréable que celle que nous avons faite ensemble de Boudry à Yverdon, mais je voudrais que ce fût dans notre belle vallée. Si vous tardiez trop il se pourrait bien faire que j'allasse vous chercher au moins jusqu'au Creux-du-Vent.

Donnez-moi aussi, je vous prie, des nouvelles de votre petite famille et de M^{me} votre épouse, à qui je vous prie d'offrir mes salutations respectueuses et répondez-moi bientôt une bonne longue lettre que je tâcherai de ne pas laisser longtemps sans *contre-réponse*. Nous avons si peu de vrais amis dans ce monde qu'il faut au moins cultiver ceux qu'on rencontre sur sa route, et si je me fais à votre égard des reproches, je pense que vous en méritez aussi quelques-uns au mien. — Votre *Heimerocallis* est en pleine vigueur. Ma femme le soigne et l'aime beaucoup, j'espère bien qu'il fleurira. Peut-être ai-je sommeil, car voilà passé minuit et la tête s'endort. C'est ce que ne fera jamais

¹ Ce cours a-t-il été publié? Nous ne le pensons pas, et c'est même la première fois que nous en entendons parler. F. T.

le cœur à votre égard, et je serai heureux si vous m'envisagez comme votre plus sincère ami.

Votre dévoué (signé) LÉO LESQUEREUX.

CINQUIÈME LETTRE

Columbus, May 30, 1884.

Monsieur Charles Chapuis et famille, Boudry.

Permettez-moi de vous adresser quelques paroles de regret et de sympathie pour la douleur que vous éprouvez maintenant par la perte de votre père. Je viens de recevoir la nouvelle de sa mort par votre communication du 8 courant et cette nouvelle me rappelle non seulement les moments de jouissance que j'ai éprouvés jadis dans mes relations de science et d'amitié avec votre père, mais son noble caractère, sa grande valeur morale, l'enthousiasme qu'il mettait à ses travaux et la sincérité de son christianisme. En m'associant à vos regrets, je ne puis m'empêcher de sentir qu'après une carrière longue et consciencieusement poursuivie, le dernier repos est un grand bien que nous ne devons pas envier à ceux qui ont atteint le but. Je parle en ceci par expérience, puisque je ne suis guère plus jeune que votre père et comprends le bonheur du dernier repos. — Mon fils Ferdinand me prie de le rappeler à votre souvenir et garde pour vous ses sentiments d'amitié d'autrefois. Il est non seulement marié et père de famille, mais grand-père déjà par le mariage de ses deux filles aînées. Lui-même est constamment souffrant de rhumatisme.

Veillez, je vous prie, me rappeler au bienveillant souvenir de votre famille. (signé) L. LESQUEREUX.

Séance du 6 décembre 1901

L'OCAPI

(OCAPIA JOHNSTONII, R. L.)

PAR P. GODET, PROFESSEUR

Presque journellement les voyageurs qui explorent les contrées inconnues découvrent des espèces nouvelles appartenant à des genres déjà décrits, ou non encore connus. La plupart des mammifères découverts depuis un certain nombre d'années sont de petite taille : les grandes espèces sont moins généralement ignorées, car elles échappent plus difficilement à l'œil vigilant des explorateurs : c'est ce qui donne à la découverte d'une grosse espèce de ruminant, d'un genre inconnu jusqu'ici, un intérêt particulier et c'est pourquoi j'ai cru devoir vous en entretenir.

Il y a déjà quelque temps que les journaux ont parlé de cet animal, mais généralement en termes fort brefs et d'une manière qui paraît inexacte. Des documents plus complets ont été fournis dernièrement par le naturaliste anglais Ray Lancaster, directeur du British Museum. Ce dernier a reçu une peau, qu'il a fait monter par un habile préparateur, M. Rowland Ward, et deux crânes qui ont été étudiés avec soin. Ces objets sont arrivés à Londres le 17 juin 1901 et le 18, ils étaient présentés à la Société zoologique.

Voici les renseignements que j'ai pu me procurer ; j'utiliserai surtout un article assez complet de l'*Illustrirte Zeitung* (n° 3036, 5 septembre 1901) où se trouve

une photographie de l'exemplaire monté à Londres et un autre de *La Nature* (n° 1486, 16 novembre 1901).

Jusqu'ici, dans les manuels de zoologie, la famille des *Camelopardalides* (ou Girafides) n'était représentée que par un seul genre et par une seule espèce vivante, la girafe (*Camelopardalis giraffa*, Gmel.). Mais la paléontologie nous fait connaître les restes fossiles de plusieurs espèces appartenant, soit au genre *Girafe*, comme la *G. attique*¹ (*Camelop. attica*, Gaudry), soit aux genres *Helladotherium* (*Hellad. Duvernoyi*, Gaudry) et *Samotherium* (*Samoth. Boissieri*, Gaudry). Des débris de Girafides ont également été trouvés aux Indes orientales, dans les monts Siwa. Cette famille était donc bien plus riche autrefois qu'aujourd'hui. La famille des Camelopardalides se distingue des autres familles de ruminants par certains caractères tirés de la dentition et par un port particulier : le cou est spécialement allongé et le dos très incliné et surmonté au garrot d'une bosse assez saillante qui avait frappé les anciens au point de les faire comparer la girafe au chameau, de là le nom de *Camelopardalis* par lequel ils désignaient cet animal. Un autre caractère des espèces de cette famille, c'est la longueur des jambes, conformées de telle sorte que les antérieures paraissent plus allongées que les postérieures.

Le genre *Helladotherium* n'est représenté jusqu'ici que par la seule espèce mentionnée plus haut, dont on a trouvé dans le terrain tertiaire de Pikermi (Attique) un squelette assez complet : c'était un grand animal, haut de 2^m,50 et long de 3^m,75. La tête, plutôt petite, était portée par un cou relativement long, quoique bien plus court que celui de la girafe ; le dos,

¹ Sa taille n'était pas inférieure à celle de la *Girafe africaine* ; le crâne manque malheureusement.

surmonté en avant d'une bosse assez forte, grâce au développement des apophyses épineuses des vertèbres dorsales, descendait insensiblement jusqu'à l'origine de la queue; les jambes, longues et plutôt grêles, étaient terminées par des pieds à deux doigts, comme chez tous les Artiodactyles. Or, l'animal découvert dernièrement dans l'Afrique centrale rappelle d'une manière frappante, par sa forme extérieure, l'*Helladotherium* de la Grèce, du moins autant qu'on en peut juger en suivant par une ligne les contours extérieurs du squelette. Découverte bien intéressante, parce qu'elle relie le monde moderne au monde ancien et fait revivre un de ces types ancestraux qu'on ne peut contempler qu'avec quelque vénération.

L'animal en question est appelé *Ocapi* par les habitants des contrées où il vit, c'est-à-dire des régions situées au centre de l'Afrique, dans le voisinage des lacs Albert-Edouard et Albert-Nyanza, sur les bords du fleuve Semliki, qui forme la limite entre la partie de l'Afrique orientale soumise à l'influence anglaise et l'Etat libre du Congo.

Lorsque, dans son second voyage, Stanley visita ces contrées, il entendit les indigènes parler d'un animal rayé, qui n'était ni un zèbre, ni une antilope, et dont la taille atteignait celle d'un cheval. Stanley ne parvint pas à en apercevoir un seul, ce qu'il attribua à la grandeur de sa caravane, devant laquelle fuyaient toutes les espèces tant soit peu sauvages et craintives. Sir Harry Johnston, le gouverneur de l'Ouganda anglais, fut plus heureux : il reçut d'abord des indigènes deux fragments de peaux d'un brun rayé de blanc, semblables à ceux dont étaient couverts certains boucliers. Ces fragments furent envoyés en

Angleterre, où l'on pensa qu'ils devaient provenir d'une espèce de zèbre qui fut appelé *Zebra Johnstonii*. Mais, peu de temps après, sir Johnston reçut d'un officier nommé Ericson, commandant d'une des stations de l'Etat du Congo, une peau entière de l'animal avec ses sabots et les deux crânes dont j'ai parlé plus haut, dont l'un appartenait à la peau. On reconnut alors qu'on avait affaire à un ruminant, se rapprochant de la girafe par plusieurs caractères importants, mais plus voisin encore des genres tertiaires fossiles, l'*Heladotherium* de Pikermi et le *Samotherium* de l'île de Samos. Le savant zoologiste anglais, M. Ray Lancaster, en fit le type d'un nouveau genre, qu'à cause de quelques caractères qui le distinguent des genres cités plus haut, il appela *Ocapia*, et il dédia l'espèce à sir Harry Johnston, sous le nom d'*Ocapia Johnstonii*.

Voici maintenant la description de l'*Ocapia*, faite en partie d'après l'exemplaire du Musée de Londres. Cet exemplaire ne paraît pas tout à fait adulte : de la nuque à la naissance de la queue, il mesure 2^m,25 ; sa hauteur totale est de 1^m,83. Ray Lancaster pense que les vieux individus doivent atteindre environ 3 m. de longueur et plus de 2 m. de hauteur. Le pelage de l'*Ocapia* est court et serré, comme celui d'un cheval, mais, au-dessus des yeux se trouve une sorte de pinceau de forme conique, formé par des poils plus élevés.

Quant à la couleur, les premières descriptions données par les journaux étaient quelque peu fantaisistes. Voici celle que donnait la *Nature* (n° 1485) : Front d'un rouge vif, oreilles d'un beau rouge, comme le cou et les épaules, avec des *taches cramoisies* ; jambes et pattes (*sic*) rayées, avec des *taches orange* sur les

raies blanches. Je ne sais d'où provenaient ces renseignements, qui ne sont point confirmés par la description de l'exemplaire envoyé à Londres. D'après sir Johnston, cependant, les couleurs de ce dernier sont un peu ternies depuis la mort de l'animal. A l'état frais, la tête est d'un blanc jaunâtre ou crème, sauf le sommet qui est rouge-brun assez vif et le museau qui est bleuâtre. La plus grande partie du corps est aussi rouge-brun, d'un ton très chaud. Les grandes oreilles, rappelant celles d'une biche, sont d'un rouge brun, avec une bordure de poils d'un gris-bleu foncé. Les jambes, longues et fines, sont annelées élégamment, à leur partie supérieure, de raies alternativement crème et d'un gris-bleu foncé. Aux jambes postérieures, les raies couvrent la cuisse, à partir de l'origine de la queue. La partie inférieure des quatre membres est blanche, avec un anneau brun à la cheville. La queue est d'une longueur médiocre; dans l'exemplaire de Londres, elle n'est pas terminée par un faisceau de poils, mais c'est probablement la suite d'un accident. L'article de l'*Illustrirte Zeitung* signale encore sur la joue un trait d'un rouge-orangé.

L'Ocapi ne possède pas, comme la girafe, deux tubercules frontaux, en forme de cornes et recouverts par la peau; cependant des saillies osseuses se montrent au-dessus des yeux et il est possible que chez les vieux mâles, ces saillies prennent un plus grand développement. En outre, entre les yeux, à la partie supérieure du chanfrein, il existe une sorte de crête osseuse. Chez l'*Helladotherium*, on remarque une crête semblable; mais ici, les saillies frontales font défaut; chez le *Samotherium*, au contraire, il y a des saillies orbitales, mais pas de crête au chanfrein. L'Ocapi a,

comme la girafe, des fosses lacrymales ; il présente en outre des particularités dans la forme de la première arrière-molaire : l'érection d'un genre nouveau paraît donc justifiée. Dans le *Bulletin* de la Société zoologique de Londres, M. Sclater a publié une planche en couleur représentant un groupe de deux Ocapis, à l'état vivant, dans des poses plus souples et plus élégantes que celles qu'on a données à l'individu empaillé. Cette planche est la reproduction d'une aquarelle de sir Harry Johnston. (*Nature*, n° 1486.)

D'après les récits des indigènes, ce dernier évalue à 2000 ou 3000 le nombre des Ocapis vivant actuellement dans les forêts vierges qui couvrent les bords du fleuve Semliki. Ils se nourrissent du feuillage des arbustes ou des branches basses des arbres, qu'ils saisissent avec leur lèvre supérieure, allongée et mobile, ou peut-être, comme les girafes, avec une langue longue et prenante. En résumé, comme il a été dit plus haut, l'*Ocapi* représente une forme ancestrale, un survivant de la faune tertiaire, caractérisée par la présence des *Dinotheriums*, des *Mastodontes*, des *Hipparions* ou chevaux à trois doigts, etc., qui peuplaient l'ancien monde à ces époques reculées.

L'Afrique centrale nous réserve certainement bien d'autres surprises. Dans la séance de la Société zoologique de Londres, du 18 juin 1901, sir Johnston a annoncé que, durant sa dernière excursion au Mont Elgon, il avait vu de grands troupeaux d'une espèce de *Girafe*, se distinguant de l'espèce ordinaire parce qu'elle aurait cinq cornes, quatre disposées en deux paires et une cinquième placée en avant sur la ligne médiane. On en a pu tuer quatre individus qui seront bientôt soumis à l'examen des zoologistes. (*Nature*, loc. cit.)

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1901-1902

SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1901

Présidence de M. O. BILLETER

Après la lecture du procès-verbal de la dernière séance générale à Couvet, il est procédé à la nomination du bureau. Sont nommés :

Président : M. JEAN DE PERREGAUX, ing.;

Vice-président : M. H. RIVIER, prof.;

Secrétaires : MM. A. BELLENOT, ing., et ED. BAUER Dr-méd.

Secrétaire-rédacteur du Bulletin : M. F. TRIPET, prof.;

Caissier : M. E. BAULER.

En l'absence de M. Jean de Perregaux, M. Rivier, vice-président, préside la séance.

Les cinq candidats suivants, présentés à la séance générale de Couvet sont reçus à l'unanimité membres de la Société : MM. TELL CHOPARD, pharmacien, à Couvet; JULES JACOT-GUILLARMOD, Dr-médecin, à Corsier, Genève; JEAN ROULET, Dr en droit, à Couvet; LÉON PETITPIERRE, Dr en droit, à Castagnola, près Lugano, et M. HENRI BIOLLEY, inspecteur des forêts, à Couvet.

Sont présentés comme candidats par MM. BILLETER et le Dr BOREL :

MM. *Jules Breitmeyer* fils, à La Chaux-de-Fonds, et *Benjamin Ducommun*, à Rochefort.

M. le prof. TRIPET demande à faire une courte communication avant de passer à l'ordre du jour. La Commune de Neuchâtel vient d'accorder à la Société des Sciences naturelles une salle à l'entresol du Collège latin pour y installer ses livres. Tous les volumes que la Société des Sciences naturelles donne à la bibliothèque de la ville y seront placés ainsi que dans un petit vestibule attenant. Plus tard, dès que les crédits votés par la Commune le permettront, une seconde salle sera mise à la disposition de la Société, comme salle de travail; il sera alors percé une porte entre cette dernière et le vestibule mentionné plus haut.

M. le Dr Ed. CORNAZ tient à ce qu'il soit spécifié que la Société donne ses livres à la bibliothèque en échange d'une ou de deux salles pour les y placer.

Le Dr GEORGES BOREL, oculiste, présente un travail sur *Les blessures oculaires au point de vue médico-légal*. La Société des Sciences naturelles n'a jamais, croit-il, eu l'occasion d'entendre un travail de médecine légale; ce n'est pas pour ériger la Société en cour de cassation contre les décisions d'un jury qu'il en parlera; l'intérêt de la médecine légale oculaire grandit tous les jours, d'une part à cause des contestations toujours plus fréquentes dues aux assurances ouvrières et d'autre part à cause des simulations intéressées des sinistrés, qui sont arrivés à une maîtrise incomparable dans ce domaine et à se faire de fort jolies rentes; le Dr Borel cite en particulier le cas d'un ouvrier italien qui, dans l'espace de trois ans, avait réussi à se faire plus de 7000 fr. avec des pertes de vue simulées et des accidents volontaires. Ce virtuose de la simulation avait érigé l'escroquerie des assurances contre les accidents en système permanent: à peine arrivé chez un nouveau patron,

cet ouvrier, qui avait une tache cornéenne centrale très peu apparente, s'arrangeait à recevoir un éclat de pierre dans cet œil, il se frictionnait l'organe, l'infectait à plaisir, se déclarait victime d'un accident professionnel, consultait un avocat roublard et recevait ainsi des indemnités énormes. Il savait n'entrer toujours que chez des patrons nouveaux assurés auprès de compagnies différentes, qui payaient chroniquement toujours le même œil pour une lésion vieille, mais rafraîchie par cet industriel d'un nouveau genre. Le Dr Borel, qui flairait une vieille taie de la cornée dans un accident insignifiant, chargé de rechercher les antécédents, fit une enquête qui réussit à découvrir la source de ces superbes revenus.

En médecine légale, les diagnostics doivent être étudiés avec plus de soins encore que dans toute la médecine thérapeutique et les possibilités les plus rares doivent entrer en ligne de compte. Le Dr Borel cite entre autres le cas de la pénétration sous la paupière d'une balle de flobert, accident arrivé devant notre Académie à un voyageur qui causait sur la plateforme du tram. Lorsque la balle fut extraite, quelques heures après, le blessé, qui l'était, du reste, légèrement, était le premier étonné d'avoir reçu un projectile. Un autre cas, qui valut au Dr Borel les foudres du feu médecin en chef de l'armée, était celui du caporal Jacot, qui eut une rupture de la rétine et perdit un œil par le choc du canon de fusil d'un soldat placé devant lui lors d'un changement d'arme d'une épaule à l'autre. Ce n'est qu'une année après l'accident que le pauvre caporal, qui avait été puni comme simulant par le médecin de bataillon, fit examiner son œil et put se faire rendre une tardive justice.

Les plaies oculaires étudiées au point de vue médico-légal peuvent être divisées en plaies directes et en plaies par contre-coup, et il peut y avoir un intérêt

majeur à préciser la cause de la blessure, la manière dont elle a été produite et avec quels instruments, tranchants ou contondants.

Sans compter les cas rares qu'a cités le Dr Borel d'une hémioptie temporale double arrivée après une chute sur la tête et qui ne peut guère s'expliquer que par une rupture sagittale du chiasma ou d'une rupture des bandelettes optiques par fracture de la base du crâne sans fracture de la voûte, on peut dans l'œil même trouver nombre de cas pouvant exercer la sagacité de l'oculiste au point de vue de la médecine légale.

M. le Dr Borel, à propos d'un cas qui a fait l'objet d'une longue enquête judiciaire, aborde le sujet du diagnostic médico-légal des plaies oculaires par instrument tranchant et des ruptures oculaires par contre-coup. Le professeur Arlt, de Vienne, dans son ouvrage de médecine légale oculaire, a posé des règles fixes qui ne se discutent plus. Lorsqu'un œil est frappé par un corps contondant qui ne peut rompre sa coque, le contenu liquide du globe étant incompressible, il doit y avoir une modification de la forme de l'œil. Si l'on compare le point d'application de la force contondante à l'un des pôles d'une sphère dont l'axe serait donné par la direction de la force, l'œil doit se dilater à l'équateur de cette sphère. Les ruptures oculaires par contre-coup affectent toujours une *direction parallèle ou à peu près parallèle au bord de la cornée*, dit Arlt; elle se trouve presque toujours en haut, le plus souvent en haut et en dedans. La place où la sclérotique se rompt coïncide assez exactement avec un cercle affectant la position d'équateur par rapport à l'axe qui joint le point frappé au point diamétralement opposé. Tous les auteurs déclarent que la direction de la rupture scléroticale par contre-coup est presque toujours parallèle au bord cornéen, c'est-à-dire tangentielle à la cornée et jamais perpendiculaire à la cornée.

La rupture de la cornée par contre-coup n'existe pas sûrement dans la science ophthalmologique, et Arlt dit que les quelques cas que l'on a cru citer sont tous douteux.

La déchirure de la sclérotique est dentelée, la déchirure de l'iris qui résulte de la compression du globe a lieu généralement à son insertion ciliaire.

Fuchs dit que les plaies perforantes de la sclérotique à bords nets sont produits par des corps pointus et tranchants. Les plaies à bords déchiquetés sont le résultat de ruptures; la rupture de la sclérotique par contre-coup est toujours arciforme et siège près du bord cornéen auquel elle est concentrique.

M. le Dr BOREL dessine les figures expliquant les ruptures vers l'équateur et perpendiculairement à la force contondante d'après la théorie de Arlt.

Il présente des pièces concluantes : il a écrasé à coups de talon une douzaine d'yeux de cochons, de vaches; tous les globes oculaires de ces expériences montrent les ruptures de l'œil à la sclérotique uniquement, et toujours tangentielllement à la cornée et en arc autour de la cornée.

Ces blessures expérimentales offrent une analogie frappante entre elles et diffèrent totalement à tous les points de vue de l'œil humain présenté, qui doit avoir été frappé par un instrument tranchant la cornée et la sclérotique.

Le jury, qui a absous l'auteur présumé de la blessure, l'a fait sous l'influence des divergences d'expertises qui profiteront toujours à l'accusé, divergences que les avocats ont toujours intérêt à mettre en évidence.

M. le Dr W. DE COULON s'étonne que M. Borel n'ait point fait mention dans son travail des contusions des parties voisines de l'œil. Celles-ci ont leur importance dans l'appréciation du cas.

M. le Dr ETIENNE croit que pour expliquer la divergence d'opinions des experts, on pourrait admettre avec

raison qu'il y ait eu plusieurs traumatismes successifs, la plaie disséquante franche de l'œil ayant été produite par un instrument tranchant et les contusions de l'orbite par un autre moyen. Il s'agissait d'une rixe ayant eu plusieurs reprises.

M. le Dr CH. ROULET, qui a opéré le malade, donne des explications sur le status tôt après le traumatisme. La plaie de l'œil était oblique et empiétait sur la paupière inférieure. Ces deux plaies se touchaient. La nature du biseau de la plaie parle certainement pour une blessure faite avec un instrument tranchant. L'œil avait été complètement vidé.

M. le Dr G. SANDOZ remercie M. Borel de son travail. M. Sandoz a aussi l'impression, en voyant cet œil, qu'il s'agit d'un coup de couteau. Il aimerait savoir comment la blessure de la paupière supérieure peut s'expliquer.

M. BOREL estime qu'on peut l'attribuer à un second coup de couteau.

SÉANCE DU 22 NOVEMBRE 1901

Présidence de M. J. de PERREGAUX

Après la lecture du procès-verbal, la question du mode de convocation pour les séances est mise en discussion.

M. le PRÉSIDENT propose, au nom du bureau, de supprimer les convocations personnelles, les séances seraient annoncées dans les journaux. Après discussion, la Société décide d'en rester au *statu quo*.

Les deux candidats suivants, présentés à la dernière séance, sont reçus à l'unanimité membres de la Société:

MM. JULES BREITMEYER fils, à la Chaux-de-Fonds, et BENJAMIN DUCOMMUN, ancien professeur, à Rochefort.

MM. les prof. BILLETER et RIVIER présentent comme candidat M. *Henri Berthoud*, étudiant en chimie.

M. le prof. R. WEBER présente un *appareil montrant les modifications du courant alternatif*. (Voir p. 368.)

M. DE PERREGAUX remercie M. le prof. Weber pour sa communication et ouvre la discussion sur ce travail, discussion à laquelle prennent part MM. SCHARDT, S. DE PERROT et WEBER.

M. le prof. SCHARDT a ensuite la parole pour son travail intitulé: *Quelques détails complémentaires sur l'éboulement du glacier de Rossboden, Simplon*. Un compte rendu de cette communication sera fait lorsque M. Schardt aura terminé son travail.

SÉANCE DU 6 DÉCEMBRE 1901

Présidence de M. J. de PERREGAUX

Il est procédé à la votation sur l'admission de M. HENRI BERTHOUD comme membre de la Société; celui-ci est reçu à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT communique à la Société trois lettres qu'il a reçues ces derniers jours.

La première est une lettre du comité nommé pour la célébration du jubilé de M. Berthelot, demandant si la Société des sciences naturelles serait disposée à lui envoyer une adresse à cette occasion.

M. J. DE PERREGAUX propose de répondre au dit comité qu'ayant reçu l'invitation trop tard, la Société n'a pu envoyer d'adresse à M. Berthelot. Adopté.

La seconde lettre est une circulaire venant de Berne, demandant si la Société des sciences naturelles est disposée à faire un don pour l'érection d'un monument à Albert de Haller.

La Société se prononce en faveur d'un don pour le monument. Après discussion, il est décidé qu'une liste de souscription sera déposée chez le caissier.

M. Jean DE PERREGAUX lit encore une lettre de M. Ferres, un voyageur de l'Afrique du Sud. M. Ferres serait disposé à faire une conférence à Neuchâtel, moyennant que la Société des sciences naturelles lui garantisse à l'avance une certaine somme.

M. DE POURTALÈS propose de renvoyer la demande de M. Ferres à la Société de géographie. Adopté.

MM. les prof. BILLETER et TRIPET présentent comme candidat M. *Vincent Leveratto*, étudiant en chimie.

M. le prof. GODET présente un travail sur l'Ocapi. Il rappelle qu'on a découvert dernièrement une nouvelle espèce de ruminant dont le naturaliste Ray Lancaster donne une description détaillée, grâce à un envoi qu'a reçu le Musée zoologique de Londres d'une peau et de deux crânes de cet animal. (Voir p. 452.)

M. Godet illustre sa description de l'Ocapi de dessins coloriés très réussis.

Dans la discussion qui suit la lecture de ce travail, M. FUHRMANN dit que la couleur de l'Ocapi qu'il a vu au congrès international de zoologie est un peu différente de celle que M. Godet a peinte sur ses dessins: elle ressemble plus à celle de la girafe, plutôt rouge-brun.

M. le prof. BILLETER communique quelques détails biographiques sur M. Berthelot, qui vient de célébrer le cinquantième de son activité scientifique. M. Billeter dit aussi quelques mots sur l'œuvre scientifique du

jubilairé, œuvre qui comprend essentiellement ses recherches sur la synthèse dans la chimie organique et ses travaux remarquables dans le domaine de la thermochimie, mais qui s'étend dans presque toutes les parties du vaste domaine de la chimie théorique et expérimentale.

M. le prof. RIVIER cite comme preuve de l'érudition énorme de M. Berthelot son édition de la collection des alchimistes grecs.

M. le Dr Edouard CORNAZ engage le bureau à mentionner dans sa réponse à la lettre du Comité du jubilé de M. Berthelot qu'il a été fait à la Société des sciences naturelles, à l'occasion de ce jubilé, une communication sur l'œuvre de ce savant.

SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1901

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. Vincent LEVERATTO, candidat, est reçu membre à l'unanimité.

M. Alfred BELLENOT, ingénieur, fait une communication sur un ampèremètre à courant maxima. A la suite de cette communication, quelques membres de la société demandent à M. Bellenot des explications sur le fonctionnement de l'appareil.

M. le prof. Auguste DUBOIS lit un travail sur les essais de coloration de la Noiraigue avec la fluorescéine, essais qu'il a faits l'été dernier.

M. le prof. SCHARDT, dans la discussion qui suit l'exposé de ces expériences très réussies, tient à constater que le premier essai aurait passé inaperçu si l'on

n'avait pas recueilli des échantillons d'eau toutes les six heures et dans des tubes noircis. M. Schardt croit que l'acide ulmique détruit une partie de la fluorescéine; or l'eau de la Noiraigue est si bourbeuse et si brune qu'elle doit contenir une assez grande quantité d'acide ulmique. Il a vu dans d'autres expériences, par exemple dans des essais de coloration de l'Areuse avec de la fluorescéine, une coloration beaucoup plus intense de l'eau avec des quantités plus petites de colorant. Il faut donc expliquer cette coloration plus faible des eaux de la Noiraigue soit par le fait qu'une partie de la fluorescéine est détruite, soit par le fait que le réservoir de la Noiraigue est beaucoup plus grand que celui de l'Areuse.

M. J. DE PERREGAUX demande à M. Schardt une description des éprouvettes noires dont il a parlé.

M. le prof. Schardt dit qu'il s'agit d'une éprouvette de 20^{cm} environ de longueur, recouverte de papier noir. Dans ce papier on a pratiqué d'un côté une fente d'environ 3^{mm} de largeur; c'est par cette fente que l'on fait tomber sur le liquide à observer la lumière du soleil ou bien de l'arc voltaïque. L'observation du liquide se fait par-dessus le tube. M. Schardt a remarqué que la sensibilité de l'appareil était en proportion directe avec l'épaisseur de la couche d'eau, c'est-à-dire avec la longueur de l'éprouvette. Avec une éprouvette de 20^{cm} de longueur, on arrive à distinguer $\frac{1}{10}$ milliardième de fluorescéine.

M. J. JACOT-GUILLARMOD demande à M. Dubois si d'autres sources que celle de la Noiraigue viennent de la vallée des Ponts, sur lesquelles on aurait pu faire aussi des essais de coloration.

M. DUBOIS ne le pense pas.

M. SCHARDT donne quelques explications géologiques pour démontrer que l'eau de la vallée des Ponts ne peut

sortir qu'à l'emplacement où se trouve la source de la Noiraigue.

A la suite de cette discussion, M. le prof. SCHARDT fait, comme complément du travail de M. Dubois, un exposé des conditions géologiques de la vallée des Ponts.

SÉANCE DU 10 JANVIER 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

Sont présentés comme candidats : M. *Auguste Pettavel*, docteur-méd. et conseiller d'Etat, par MM. les D^{rs} EDOUARD CORNAZ et G. BOREL ; M. *Eugène Mayor*, cand. méd., par MM. TRIPET et FUHRMANN ; M. *Jules Bourquin*, cand. scient., par MM. SCHARDT et TRIPET.

MM. PHILIPPIN et CONNE sont nommés vérificateurs des comptes pour deux ans.

M. JEANPRÊTRE présente un travail sur l'*influence du soufre sur la fermentation alcoolique*. (Voir page 52.)

M. CONNE remarque que le soufre en fleurs paraît exercer une action plus forte que le soufre en poudre : peut-être y a-t-il là une action de l'acide sulfureux qui peut se trouver dans la fleur de soufre ?

M. JOSEPH JACOT-GUILLARMOD lit une notice intitulée : *Les forêts des côtes de Chaumont et le danger qui les menace*. (Voir p. 181.)

Dans la discussion qui suit ce travail, quelques membres de la Société racontent de quelle façon se faisaient, il y a vingt-cinq ans, les coupes de bois dans les forêts de Chaumont. Chaque bourgeois avait le droit d'y prendre le bois dont il avait besoin.

M. F. TRIPET rend brièvement compte d'une notice sur le reboisement des Cévennes, qui concorde avec les données de M. Jacot-Guillarmod. Ce reboisement est fait petit à petit, en commençant par le bas des montagnes. M. Tripet croit que l'on pourrait reboiser nos sommités en opérant de la même façon qu'en France où l'on a déjà reconstitué les forêts sur de grandes étendues.

M. MAX DUPASQUIER remercie M. Jacot-Guillarmod de son travail qui arrive à un bon moment, car si on laisse encore quelque temps les communes agir comme elles le font maintenant, les forêts de la côte de Chaumont disparaîtront complètement. Il faut donc que les communes fassent de grandes économies pour arriver à un résultat appréciable dans le reboisement.

M. JEAN DE PERREGAUX rappelle que dans le *Rameau de sapin* de 1868, M. le Dr Louis Guillaume défendait les idées que préconise M. Jacot-Guillarmod. C'étaient les bourgeois de Neuchâtel habitant les communes voisines qui causaient les plus grands dégâts en coupant à tort et à travers. Il existe un tableau de la côte de Chaumont en 1750, où l'on voit que la côte était encore plus dégarnie que maintenant.

SÉANCE DU 23 JANVIER 1902

Présidence de M. J. de PERREGAUX

MM. le Dr AUG. PETTAVEL, conseiller d'Etat, EUGÈNE MAYOR, cand. méd., et JULES BOURQUIN, cand. scient., sont reçus à l'unanimité membres de la Société.

M. E. BAULER, caissier, présente les comptes de la Société pour l'année 1901. Ils soldent par un actif de 3660^{fr},09. Il est bon de faire remarquer que, le *Bul-*

*let*in de 1900 n'ayant pas encore paru, l'exercice de 1901 n'a pas eu à payer les comptes de cette publication.

En outre, nous sommes dès maintenant libérés des 100 francs que la Société payait annuellement pour les observations météorologiques de Chaumont; l'État prendra désormais ces frais à sa charge.

Après lecture par M. F. CONNE, en son nom et en celui de M. Philippin, du rapport des vérificateurs des comptes, ceux-ci sont adoptés et décharge en est donnée au bureau.

M. le Dr O. FUHRMANN, prof., présente une communication sur quelques Cestodes nouveaux. Il décrit les organes de reproduction des Cestodes et la manière dont s'effectue la copulation chez ces animaux. Tandis que chez la plupart d'entre eux la fécondation est croisée, c'est-à-dire se fait soit sur une autre colonie soit sur un autre élément de la même colonie. M. Fuhrmann a découvert, chez un perroquet et chez un pigeon, une espèce nouvelle qui présente la particularité de l'autofécondation sur le même proglottis de la colonie.

M. le Dr H. RIVIER, prof., expose le nouveau procédé de fabrication de l'acide sulfurique par la méthode de contact. Il rend compte de la conférence qu'a donnée à la Société des chimistes allemands, à Berlin, le 19 octobre 1901, l'auteur du procédé, M. Knietzsch, chimiste à la Badische Anilin- und Soda-Fabrik, à Ludwigshafen a. R. (*Ber. d. deutschen chem. Gesellsch.*, 1901. 4069). Après avoir fait l'historique de cette méthode et en avoir exposé le principe, le conférencier a décrit les appareils employés.

Les chambres de plomb, devenues inutiles, sont supprimées, et les gaz qui sortent des fours à pyrite sont introduits dans des tubes remplis d'amiante platinée à une température d'environ 400⁰.

La réaction $\text{S O}_2 + \text{O} \longrightarrow \text{S O}_3$ étant fortement exothermique, il n'est pas nécessaire de chauffer les gaz pour maintenir cette température; il faut au contraire les refroidir. Si la température est plus élevée, le trioxyde de soufre formé se dissocie en dioxyde et en oxygène, et le rendement diminue rapidement.

Il se forme ainsi de l'anhydride sulfurique, qui peut être condensé comme tel ou être reçu dans de l'acide sulfurique pour former de l'acide sulfurique fumant, que l'addition d'eau transforme en acide sulfurique ordinaire. Les difficultés pratiques consistaient principalement dans la purification des gaz qui sortent des fours à pyrite, purification qui doit être absolument complète, sinon l'amiante platinée devient rapidement inutilisable.

La production de l'anhydride sulfurique par ce nouveau procédé s'est élevée, pour l'année 1900, à 116 000 tonnes dans cette seule fabrique. Cette nouvelle industrie, en abaissant considérablement le prix de l'acide sulfurique concentré, a rendu possible la fabrication de l'indigo artificiel à partir de la naphthaline, et remplacera peu à peu l'ancienne méthode, au moins pour l'acide concentré. Actuellement l'acide dilué revient moins cher encore par l'ancien procédé, mais cet état n'est probablement que passager. M. Rivier expose enfin en quelques mots la théorie de la fabrication.

M. le prof. BILLETER fait remarquer que si le procédé des chambres de plomb revient aujourd'hui meilleur marché pour fabriquer l'acide dilué, cela ne peut tenir qu'à des causes secondaires. Quand les brevets qui protègent la nouvelle méthode seront tombés dans le domaine public, et qu'on l'aura perfectionnée, nul doute que les chambres de plomb et les tours des fabriques actuelles ne tarderont pas à n'être plus qu'un souvenir.

SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. le PRÉSIDENT fait part à la Société de la lettre de démission de M. Charles CHAPUIS, pharmacien aux Ponts-de-Martel.

M. *Louis Perrier*, architecte, est présenté comme candidat par MM. J. DE PERREGAUX et S. DE PERROT.

M. Alfred BERTHOUD, prof., fait une communication sur *l'unité de la matière*. Les relations étroites qui unissent entre eux les différents éléments en un système naturel sont la principale raison qui pousse les chimistes à admettre l'unité de la matière comme complément naturel de l'unité de l'énergie. M. Berthoud rappelle la célèbre hypothèse de Prout, qui envisage les éléments comme formés par la condensation d'un nombre plus ou moins grand d'atomes d'hydrogène. Si cette hypothèse est exacte, a-t-on dit, les poids atomiques doivent être tous exprimés par des nombres entiers. Or tel n'est pas le cas en réalité. M. Berthoud cite ensuite le travail de Rydberg, qui regarde les poids atomiques comme formés d'une somme de deux quantités, dont l'une croîtrait régulièrement, et l'autre, plus petite, croîtrait périodiquement. M. Berthoud fait remarquer que rien ne nous assure que la masse reste constante si plusieurs atomes d'hydrogène se condensent pour former un atome d'un autre élément, et que dès lors il n'y a pas d'empêchement absolu à admettre l'hypothèse de Prout.

M. le prof. BILLETER mentionne certains travaux d'expérimentation ayant eu pour but de rechercher si la masse est véritablement constante dans les transfor-

mations chimiques. Un auteur assure avoir trouvé une petite variation. Mais, en l'absence absolue de données expérimentales sur la décomposition des éléments, nous ne savons absolument pas si la masse resterait ou non constante dans un pareil phénomène.

M. F. CONNE, chimiste cantonal, parle des *falsifications et altérations de denrées alimentaires* qu'il a pu constater en 1901.

Les vins étrangers sont souvent dédoublés avec des piquettes alcoolisées; c'est en particulier le cas pour les crus de la Catalogne, à tel point que le mot Panadès pour les marchands de vin est synonyme de piquette. L'Espagne nous livre en outre des Malaga plus ou moins artificiels (plutôt plus que moins). La reconstitution des vignobles du Midi de la France au moyen de cépages américains a considérablement augmenté le rendement, au détriment de la qualité; nous en recevons des vins faibles en alcool, très acides, facilement altérables, d'autant plus qu'ils sont souvent expédiés dans de mauvaise futaie. Quant aux vins du pays, ils sont quelquefois traités à grands frais par des produits chimiques qui les altèrent au lieu de les bonifier.

La bière est généralement bonne chez nous, à cause de la concurrence que se font les différents producteurs.

On ne peut pas en dire autant des eaux potables; très souvent celles des citernes sont contaminées par des infiltrations de lisier ou de fosses d'aisance; les sources sont parfois mal captées, et contiennent de ce fait un apport souvent considérable d'eau superficielle.

La margarine est souvent vendue sous le nom de beurre; l'huile de sésame, qui sert à falsifier l'huile d'olives, l'est elle-même avec l'huile de coton; celle-ci entre pour une bonne part dans la composition des saindoux d'Amérique, avec ou sans accompagnement de graisse de bœuf.

Les paysans et leurs intermédiaires les laitiers, ne résistent pas tous à la tentation d'écrémer ou de mouiller leur lait: les plus malins combinent ces deux genres d'opération.

Dans les farineux, M. Conne a rencontré une farine lactée ne contenant aucune trace de lait. Quant aux macaronis à l'arsenic, qui ont été trouvés dans un canton voisin, il ne s'en trouvait pas dans ceux qui ont été analysés chez nous.

Les épices moulues, le poivre surtout, étaient autrefois souvent allongées par addition de farine, de poudre de grignons d'olives, etc. Ce genre de fraude a presque complètement disparu: en revanche, on fabrique maintenant des grains de poivre, blanc et noir, à l'usage des amateurs de produits nature.

En résumé, les falsificateurs ont toujours en vue la bourse du consommateur: la santé de celui-ci est rarement en danger.

A propos des observations de M. Conne sur les vins, M. le prof. BILLETER pense que l'on devrait arriver à exiger la composition particulière de leur cru seulement pour les vins d'une origine indiquée avec exactitude, tandis que pour ceux dont on ne donne pas la provenance exacte on n'exigerait qu'une composition moyenne donnée.

M. J. de PERREGAUX expose les méthodes primitives qu'il a vu employer par les vendangeurs en Espagne. Le raisin, écrasé avec les pieds, y est saupoudré de plâtre et la fermentation se fait dans des tonneaux malpropres. Un peu de raisin rouge ou de la fuchsine transforment le moût blanc en vin rouge.

M. le Dr EDOUARD CORNAZ présente à la Société trois faits de *tératologie végétale*.

1^o Une feuille d'*Alchimilla asterophylla* (Fausch) = *A. Hoppeana* (R. Bus.) munie de huit folioles: or, on sait

que dans le groupe des *alpinae*, cette espèce a ordinairement sept folioles et plus rarement neuf, d'où le nom d'*Alchimilla alpina vulgaris heptaphylla et enneaphylla* que lui donnait Scheuchzer. Dans le cas particulier, la huitième foliole est latérale à la base de la feuille et pourrait bien être regardée comme une feuille ennéaphylle avec avortement d'une des folioles de la base: toutefois les autres feuilles de cet exemplaire sont toutes heptaphylles. Elle a été trouvée dans les bois au pied sud du Chasseron.

2^o Si dans les espèces de *Trèfles* les feuilles à quatre folioles sont bien connues du public qui leur attribue la qualité de porte-bonheur, le fait d'une feuille à cinq folioles sur un exemplaire du *Trifolium hybridum* (L.) paraît une anomalie plus rare: les deux folioles supplémentaires sont à la base des trois normales et moins grandes que celles-ci. Cette forme assez rare se trouve entre les Rasses et le Mauborget.

3^o Sur un rameau à deux fleurs d'un Rosier hybride, le *Rosa pimpinellifolia* $\times$ *alpina*, forme très voisine du *R. sorbifolia* (Godet), de Chaumont, se trouvent des sépales à aspect foliacé, dont l'extrémité externe est élargie et forme une expansion plus ou moins découpée.

M. MAURICE DE POURTALÈS dit avoir observé, entre Concise et la Lance, un vol de courlis qui ont passé l'hiver dans les champs au bord du lac.

SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. LOUIS PERRIER, architecte, est nommé à l'unanimité membre de la Société.

Sont présentés comme candidats: M. le Dr *Carle de Marral*, par MM. DE TRIBOLET et TRIPET, et M. *Charles Vaucher*, électro-technicien, à Serrières, par MM. J. DE PERREGAUX et S. DE PERROT.

M. le prof. FUHRMANN fait une communication sur les maladies des bondelles, avec démonstration.

L'auteur de ce travail parle de quelques maladies qui atteignent plusieurs espèces de poissons; les unes sont produites par des végétaux microscopiques, d'autres par des parasites se rattachant les uns à la famille des infusoires, les autres à celle des microbes. Les bondelles sont atteintes d'une maladie spéciale que l'on appelle la petite-vérole des bondelles. Cette maladie, qui sévit parfois sous la forme d'épidémie, est produite par un parasite appelé *Henneguya Zschokkei*. Ce parasite, qui pénètre par les voies digestives dans le corps de l'animal, traverse l'intestin et produit dans les muscles des tumeurs qui arrivent jusqu'à fleur de peau. Là, elles crèvent, et les spores qu'elles contiennent se répandent dans l'eau et propagent l'infection.

M. Fuhrmann a prouvé par une expérience faite sur lui-même que ces parasites sont inoffensifs pour l'homme.

M. le prof. BÉRANECK dit que cette communication de M. Fuhrmann correspond à une observation qu'il a faite d'un *Myxobolus* qui se trouve dans les truites. Ce *Myxobolus* forme non seulement dans les muscles, mais aussi dans les organes internes, tels que le foie, les reins, etc., des kystes. Le parasite peut pénétrer par deux voies: par des plaies de la peau ou par le tube digestif; c'est ce dernier cas qui lui sert le plus fréquemment de porte d'entrée. M. Béraneck croit que la mortalité des bondelles ou des truites n'est pas seulement due à l'invasion de ces parasites; il faut faire entrer en compte un autre facteur: dans un certain nombre de cas, lorsque

ces kystes se trouvent à la périphérie, la mort peut être produite par l'invasion de microbes pathogènes.

M. S. DE PERROT demande quels sont les caractères qui différencient les bondelles des palées ?

M. le prof. GODET répond qu'à première vue la différence n'est pas grande et pourtant il y a un ensemble de caractères qui permettent de les distinguer les unes des autres. M. Godet cite, par exemple, comme caractères distinctifs, la longueur des os maxillaires, l'épaisseur du museau, le nombre des écailles, la coloration verte argentée chez la bondelle, plus bleue chez la palée, l'époque du frai. Il y en a encore d'autres invisibles à l'extérieur. Dans une expertise légale qu'a faite M. Godet en compagnie d'autres naturalistes, et où il s'agissait de trancher la question de savoir si l'on était en présence de palées ou de bondelles, les experts sont arrivés à la conclusion qu'il ne s'agissait pas de bondelles, mais pas non plus de palées. L'hypothèse a été émise que ces poissons pouvaient être des hybrides de palées et de bondelles.

M. ALFRED BOREL fait la remarque intéressante, due au capitaine Vouga, qu'à une certaine époque il suffit de s'assurer si les écailles sont adhérentes ou non ; le sont-elles, on a affaire à des bondelles, dans le cas contraire, à des palées.

M. SAMUEL DE PERROT communique le résumé des données hydrologiques de 1901.

Dans la discussion qui suit ce travail, M. RITTER demande si l'on pourrait changer le mode de mensuration du Seyon à la trouée. Le Seyon, dès les gorges à la trouée, passe sur des bancs absorbants, d'où perte d'eau assez considérable. Une autre cause de perte d'eau est l'ancien aqueduc qui amène de l'eau dans la ville. En mesurant le Seyon plus haut, on aurait un résultat plus exact. M. Ritter propose donc d'établir un poste de mensuration dans les gorges.

M. S. DE PERROT reconnaît le bien fondé des observations de M. Ritter: il a cherché longtemps des emplacements pour la mensuration des eaux en amont de l'endroit, où le Seyon fait ces pertes d'eau, mais il s'est heurté à la difficulté de trouver des observateurs.

M. Ritter dit qu'il existe un barrage à l'entrée du tunnel, où l'on pourrait faire ces jaugeages. A Valangin, on trouverait facilement quelqu'un qui se chargerait de ces observations. M. Ritter demande à M. le pasteur Moulin si, le cas échéant, il s'en chargerait. M. Moulin y consent volontiers.

M. le Dr JULES JACOT-GUILLARMOU, en partance pour une expédition à l'Himalaya, démontre un hémato-spectroscope, celui d'Hénocque, qui permet d'examiner le sang sans faire de piqure; on fait cet examen en appliquant le petit instrument contre un des ongles à la lumière du jour. Le principe de cet appareil repose sur le fait que l'oxyhémoglobine produit sur le spectre deux raies entre D et E; celles-ci disparaissent lorsque l'oxyhémoglobine se réduit en hémoglobine. Cette réduction se fait chez l'homme sain dans l'espace de 60 à 80 secondes. Chez le malade la réduction se fait plus lentement.

M. F. TRIPET lit la lettre suivante de M. Alexandre Agassiz, datée de Colombo, Ceylan, le 29 janvier 1902, et adressée à M. Auguste Mayor; elle nous apprend que ce naturaliste infatigable a encore entrepris une campagne récente pour compléter ses études sur les coraux. Espérons que les résultats de ses recherches nouvelles nous parviendront un jour.

« Me voici de retour de mon expédition aux Maldives, très satisfait des résultats obtenus. Ce voyage est peut-être celui qui m'a le plus vivement intéressé pour tout ce qui concerne les coraux. A cet égard, il y a plus à apprendre aux Maldives que dans tout le reste du

monde, car là, sur une longueur de 50 milles, on rencontre un plus grand nombre d'atolls qu'il n'en existe dans tout le Pacifique. Il est bien heureux pour moi de n'avoir pas abandonné mon projet de voyage, comme j'en avais un moment l'intention. J'aurais été bien chagriné d'apprendre de seconde main l'histoire des récifs de ces îles.

« Le vapeur, que j'ai loué ici, était exactement ce qu'il me fallait pour naviguer au milieu de cette multitude d'îles et d'ilots qui forment le groupe si remarquable des Maldives, et jamais je n'ai eu d'aide plus complaisant et dévoué que le capitaine de ce steamer. Je puis dire qu'il a fait l'impossible pour assurer le succès de nos explorations.

« J'avais des lettres du « Colonial Office » de Londres pour le gouverneur anglais et pour le sultan des Maldives. Celui-ci, homme très intelligent, nous a reçus avec cordialité et a eu l'obligeance de nous fournir comme escorte un représentant du gouvernement et un interprète choisis avec soin. Partout, les indigènes nous ont fait le meilleur accueil et se sont montrés bien disposés à notre égard.

« Mais cette campagne a été rude; tous les jours, pendant plus d'un mois, j'étais sur le pont de 7 heures du matin jusqu'au coucher du soleil, et comme je n'ai plus 40 ans je ne suis pas fâché d'être de nouveau sur terre ferme pour me reposer et dormir un peu plus longtemps.

« Nous avons pris un grand nombre de photographies et fait de très fréquents sondages dans le but de connaître le développement du plateau sur lequel ont poussé les atolls des Maldives. Ces îles sont si rapprochées que tous les soirs nous pouvions jeter l'ancre dans une anse convenable et dormir mieux qu'en pleine mer.

« J'embarque mon outillage de dragues et de sondes, ainsi que les collections que nous avons recueillies,

pour prendre, le 9 février, le vapeur qui arrive à Naples le 25. De là, je me dirigerai sur Boston où l'on m'appelle.

« J'ai envoyé un court résumé de nos explorations à l'un des journaux scientifiques des Etats-Unis; dès que j'en aurai un exemplaire disponible je me ferai un grand plaisir de te le transmettre. »

SÉANCE DU 7 MARS 1902

Présidence de **M. J. DE PERREGAUX**

MM. CARLE DE MARVAL, docteur en médecine et CHARLES VAUCHER, électrotechnicien à Serrières, candidats, sont reçus à l'unanimité membres de la Société.

A propos de la liste de souscription pour l'érection d'un buste à Albert de Haller, liste déposée chez M. BAULER, caissier de la Société, M. DE PERREGAUX fait remarquer qu'elle est encore vierge de souscriptions.

M. le prof. BILLETER propose qu'on fasse passer la liste de souscription séance tenante.

M. le D^r EDOUARD CORNAZ serait d'avis, pour simplifier, de faire une quête immédiatement. Il est procédé ainsi et celle-ci produit la somme de fr. 30.

M. EDOUARD ELSKES, ingénieur à Berne, propose à la Société d'adresser des vœux à M. LOUIS FAYRE pour son 80^{me} anniversaire. La question est renvoyée au bureau qui transmettra les souhaits de la Société au jubilaire.

M. le prof. SCHARDT fait un exposé « sur la géologie du Simplon et les venues d'eau à l'attaque sud ». Il fait part des résultats scientifiques acquis jusqu'à présent et relatifs à l'entreprise du Simplon.

M. Schardt montre les différents profils construits avant le commencement des travaux à l'occasion des trois expertises qui furent faites en 1877, 1883 et 1890. La partie nord a été présentée presque identiquement par les divers géologues; aussi le percement du côté nord n'a pas apporté jusqu'ici de grandes modifications dans la figure préliminaire des couches. Par contre, du côté sud, où il y avait d'assez grandes divergences entre les profils, au percement, le grand pli du gneiss d'Antigorio offre une allure passablement différente de ce qui avait été prévu. Les grandes venues d'eau du côté sud ont coïncidé avec l'approche du calcaire. Depuis le 1^{er} octobre 1901, il est sorti de la montagne 10 millions de mètres cubes d'eau. Contrairement à ce qui se présente habituellement, la température des sources a baissé avec l'avancement; les sources rencontrées deviennent de plus en plus froides, et l'eau de ces mêmes sources s'est rafraîchie encore depuis. M. Schardt estime que le résultat final de ces venues d'eau sera l'établissement d'un régime régulier. Il croit pouvoir prédire, en se basant d'une part sur le profil géologique, d'autre part sur les mensurations de la température et du degré de dureté de l'eau des diverses sources, que les venues d'eau iront en diminuant.

M. RITTER, dans la discussion qui suit ce travail, n'est pas aussi optimiste que M. Schardt; il craint qu'en perceant plus avant on ne retombe sur le gneiss d'Antigorio et qu'on ne retrouve ainsi de nouvelles sources. La boucle que forme dans le profil géologique le gneiss d'Antigorio lui paraît très inquiétante pour la suite.

M. Ritter rappelle les discussions qu'il a eues avec M. Jaccard à propos des sources des gorges de l'Areuse. Les faits lui ont donné raison.

M. S. DE PERROT demande à M. Schardt des explica-

tions sur ces conclusions à propos des différentes températures des sources.

M. SCHARDT ne se laisse pas inquiéter par la fameuse boucle de gneiss d'Antigorio dont vient de parler M. Ritter. Les grandes sources ont leur origine dans le calcaire et non dans le gneiss. Il donne encore quelques explications complémentaires sur sa théorie des températures des diverses sources.

M. le prof. F. TRIPET fait une courte communication sur une plante aquatique dont il vient de recevoir les fruits. C'est la *Trapa natans*, qui se trouvait autrefois assez fréquemment en Suisse dans les lacs et les tourbières. On ne la rencontre plus maintenant qu'au lac de Muzzano dans le Tessin et à Roggwyl. Elle est encore très fréquente sur les bords du lac Majeur, surtout à Arona. Elle appartient à la petite famille des Haloragées. La graine à une forme très curieuse; elle a quatre cornes. De la graine pousse une longue tige, portant des feuilles qui viennent s'étaler à la surface de l'eau et sous celles-ci on trouve la fleur, une petite fleur blanche qui produit les fruits en question. Cette plante est encore très fréquente dans le sud de la France. Il en existe deux variétés, une à fruits noirs, l'autre à fruits blancs. C'est une plante de l'époque quaternaire; elle devient rare. M. Tripet a essayé de l'introduire chez nous, par exemple dans des mares entre Auvernier et Colombier et au Val-de-Ruz.

M. RITTER se rappelle une course faite avec Gressly, il y a 45 ans, dans le tunnel romain de Hagneck, où ils trouvèrent des châtaignes d'eau, c'est-à-dire la *Trapa natans*.

Cet ancien aqueduc, dont on ignorait alors l'existence, fut traversé par le nouveau tunnel de la société fondée à cette époque pour l'exploitation des tourbières de Hagneck; les mineurs durent s'enfuir au plus vite

pour ne pas être submergés par le déversement subit des eaux remplissant l'antique ouvrage dans les chantiers d'avancement de la nouvelle perforation.

Quelques années plus tard, l'exécution de la grande tranchée actuelle de Hagneck, par laquelle l'Aar se déverse dans le lac de Bienne, fit disparaître tous ces travaux, tant anciens que nouveaux.

SÉANCE DU 21 MARS 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. *Paul Favre*, ing., est présenté comme candidat par MM. ELSKES et JEAN DE PERREGAUX.

M. le PRÉSIDENT lit l'adresse suivante qui a été présentée à M. le prof. Louis Favre, à l'occasion de son 80^{me} anniversaire :

ADRESSE

LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

à Monsieur LOUIS FAVRE

A L'OCCASION DE SON 80^{me} ANNIVERSAIRE

17 mars 1902

Monsieur,

Nous sommes heureux et fiers de pouvoir vous apporter en ce jour, au nom de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, le témoignage de la reconnaissance qu'elle éprouve pour l'activité et le zèle infatigable que vous avez déployés dans tout ce qui touche de près et de loin aux progrès et à l'avancement de la science.

Membre de notre Société depuis 1843, vous avez fait partie de son bureau pendant près de 40 ans en qualité de secrétaire, de vice-président ou de président, et nous savons avec quelle capacité et quel dévouement vous avez toujours rempli vos fonctions.

Entré dans notre Société vers l'époque de sa fondation, vous avez eu sous vos yeux l'exemple des Agassiz, des Guyot, des Ladame, des Coulon, et après eux vous vous êtes efforcé de développer chez nous l'esprit de travail et de recherche qui les animait.

Observateur consciencieux, le champ de vos études s'étend dans tous les domaines, vous abordez tous les sujets avec une égale compétence et les présentez de main de maître. Votre activité intellectuelle ne se borne pas aux travaux scientifiques seuls, à la science vous joignez l'art et la littérature: nous ne citerons qu'un seul exemple: vos études sur les champignons; nous lisons à ce propos dans nos *Bulletins*:

« M. Favre présente une collection de champignons
« peints par lui-même avec une rare perfection et recueillis presque tous dans les environs de la Chaux-de-Fonds » — et ailleurs:

« M. L. Favre fait voir le second cahier de ses *Champignons comestibles* qu'il vient de publier à Neuchâtel.
« Ce cahier contient, comme le premier, vingt planches
« exécutées par la chromolithographie, et représentent
« vingt-sept espèces de champignons » — et plus loin:
« M. L. Favre présente, de la part de M. le professeur Morthier et de la sienne, le *Catalogue des champignons du canton de Neuchâtel*. »

Et, entre temps, dans vos *Nouvelles jurassiennes*, vous décrivez avec humour un « Morilleur », le « Chasseur de fouines de Pouillerel ».

Vous vous êtes donc, à propos de champignons, révélé comme savant, comme artiste et comme littérateur.

C'est à l'homme aimable et distingué, autant qu'au savant modeste et toujours occupé des progrès de la science, que nous apportons aujourd'hui l'hommage de respectueuse affection et de profonde gratitude de tous les membres de notre Société.

Nous demandons à Dieu de vous conserver et la santé et les forces, et de nous accorder le privilège de jouir longtemps encore de vos conseils et de l'exemple de devoir et de dévouement que nous donne votre riche et belle carrière.

Au nom de la Société neuchâteloise des sciences naturelles :

Le vice-président,

(S.) HENRI RIVIER.

Le président,

(S.) J. DE PERREGAUX, ing.

Les secrétaires,

(S.) ALFRED BELLENOT.

(S.) D^r EDOUARD BAUER.

Le secrétaire-rédacteur,

(S.) F. TRIPET.

Le caissier,

(S.) E. BAULER.

M. le PRÉSIDENT fait part à la Société de la décision du bureau de nommer M. LOUIS FAVRE président d'honneur. Cette proposition du bureau est adoptée par acclamation.

M. le prof. E. MOREL, recteur de l'Académie, accuse réception de fr. 30, don de la Société pour le buste de Haller.

M. FÉLIX BÉGUIN, licencié ès-sciences, rend compte des études récentes sur les venins des serpents et sur les moyens curatifs à employer contre leurs effets toxiques.

Après une courte introduction sur l'anatomie des glandes venimeuses, M. Béguin passe d'abord en revue la nature du venin, puis ses effets sur l'homme et les animaux. Le venin, introduit dans le sang par morsure ou par inoculation artificielle, détermine chez l'individu des troubles nerveux et respiratoires; il diminue l'action

du cœur et détruit les globules sanguins ainsi que les parois des vaisseaux; il amène ainsi, lorsque la dose est suffisante, une mort rapide. Par contre, le venin ingéré est inoffensif: celui-ci est détruit dans le tube digestif par l'action chimique des agents de la digestion, spécialement la bile et le suc pancréatique.

M. Béguin indique ensuite les effets de différentes substances sur l'action du venin, telles que le permanganate de potasse, l'acide chromique, l'hypochlorite de calcium. De toutes ces substances, c'est certainement le sérum antivenimeux de Calmette qui a l'action thérapeutique la plus puissante. Ce sérum est obtenu par les mêmes procédés que les autres sérums jusqu'ici connus, au moyen de l'immunisation successive. Il doit être injecté aussi vite que possible après la morsure; dans les cas d'intoxication avancée, on en administrera des doses massives. Les injections intra-veineuses sont plus actives et d'un effet plus rapide que les injections sous la peau, elles sont donc à recommander dans les cas qui paraissent désespérés.

M. le prof. RIVIER demande si l'on peut se procurer ici du sérum Calmette?

M. le Dr SANDOZ répond que le Département de l'intérieur en a fait venir, mais il n'a jamais été employé chez nous.

M. le Dr JACQUES DE MONTMOLLIN a eu l'occasion de l'employer une fois à Lourenço Marques dans les conditions suivantes: un jeune Cafre, 25 ans environ, se fait voir un quart d'heure après une morsure de serpent. La jambe était liée fortement avec une cordelette. Pouls, 60, faible, irrégulier. Injection de 10 centimètres cubes de sérum Calmette: le pouls remonta à 70, *régulier*, une demi-heure après la morsure. Vu le lendemain, le jeune homme se portait bien.

M. SANDOZ se demande si ce n'est pas l'action du venin sur les centres nerveux, sur le bulbe entre autres,

qui joue le plus grand rôle dans l'intoxication: le venin produit ainsi l'asphyxie de l'individu mordu par paralysie des centres respiratoires. Son action est aussi manifeste sur les centres vaso-moteurs; il occasionne parfois de forts œdèmes. Mais, outre ces accidents qui surviennent très rapidement, le venin détermine souvent chez les individus qui se rétablissent des accidents analogues à ceux que produisent les toxines; les malades restent longtemps faibles et ont de la peine à se remonter. Outre les substances qu'a citées M. Béguin, substances qui ont une action sur les effets toxiques du venin, M. Calmette conseille aussi le chlorure d'or.

M. BÉGUIN croit, lui aussi que, dans le syndrome de l'intoxication par le venin, c'est son action paralysante sur les centres nerveux qui est la principale. Les divers venins ont d'ailleurs une action physiologique très différente.

M. le Dr BAUER croit que la digestion stomacale doit aussi pouvoir détruire le venin, sans cela l'inocuité du venin ingéré lui paraîtrait difficile à expliquer, car il existe certainement, quoique faible, une résorption stomacale; l'expérience de l'iodure de potassium ingéré et apparaissant quelques minutes après dans la salive des individus normaux prouve d'une façon indubitable l'existence de celle-ci. D'ailleurs, cette question très intéressante pourrait être élucidée en pratiquant une fistule duodénale à un animal auquel on ferait avaler plus tard du venin.

M. le prof. TRIPET voudrait savoir si l'on peut guérir un individu mordu par une vipère au moyen de fortes doses d'alcool prises à l'intérieur. On a administré deux verres de cognac à un individu mordu et il a guéri; un autre a été traité avec d'assez grandes doses de rhum.

M. Tripet se souvient d'un cas analogue cité par Brehm.

M. BÉGUIN répond qu'il est prouvé que l'alcool a une action sur le venin; de plus, il paraîtrait qu'un individu mordu par un serpent venimeux s'enivre plus difficilement qu'un autre. Brehm dit en effet que si un individu mordu peut s'enivrer, il est sauvé.

M. le Dr W. DE COULON dit que l'alcool a une action excitante sur le cœur, de là son effet thérapeutique dans les cas de morsures de serpents. Il croit que l'intoxication se produit en grande partie par paralysie du cœur.

M. S. DE PERROT a vu dans les Indes des individus mordus par le *Cobra capello*; ceux-ci mouraient en général après vingt minutes. Il en a vu un qui a survécu douze heures à la morsure.

M. BÉGUIN ajoute que, d'après Calmette, le sérum sauve l'individu mordu à condition d'être injecté dix à quinze minutes après la morsure. Il a lu dans la *Bibliothèque universelle* la relation que publie un voyageur mordu et sauvé par une injection de sérum Calmette.

M. le Dr W. DE COULON demande si le sérum se conserve et combien de temps?

M. le Dr SANDOZ répond que, d'après Calmette, le sérum se conserve indéfiniment.

M. le Dr ARNDT fait une communication au sujet de l'étoile nouvelle de la constellation de Persée.

Cette étoile a été découverte par Anderson à Edimbourg, le 22 février 1901, à 3 heures du matin; à ce moment elle avait déjà surpassé l'éclat des étoiles de troisième grandeur. Le lendemain, l'étoile était plus brillante que Sirius; cet éclat n'a pas été de longue durée, car déjà le 24 février on constatait une diminution de la lumière, qui s'accroissait encore les jours suivants. Au mois de septembre, elle était de septième et maintenant elle est de huitième grandeur. Le spectre de l'étoile nouvelle était au commencement un spectre continu et

présente ensuite les principales raies lumineuses de l'hydrogène incandescent. A une certaine époque l'étoile ne fut plus sur l'horizon que le jour et les observations durent être interrompues; lorsqu'on put les reprendre le spectre avait tout à fait changé, il était celui d'une nébuleuse: l'étoile nouvelle s'était transformée en nébuleuse.

Quelque temps plus tard, Wolf, à Heidelberg, découvrit une masse nébulaire autour de l'étoile; cette observation fut confirmée par les clichés pris à l'observatoire Lick et à celui de Yerkes. En comparant les photographies du 20 septembre et celles du 9 novembre, l'astronome Perrine constata un changement de forme et de position des parties les plus marquées de la masse nébulaire.

Quelle que soit l'explication que l'on donne de ce phénomène céleste, il est certain que l'événement qui s'est produit dans cette région a amené la destruction complète d'un grand corps céleste ou peut-être même de tout un système solaire. L'hypothèse la plus plausible pour expliquer la catastrophe qui peut-être s'est produite il y a quelques siècles a été ainsi formulée: un soleil éteint a pénétré dans une masse nébulaire. Par suite de cette rencontre, l'énergie du mouvement de masse s'est transformée en mouvement moléculaire, c'est-à-dire en chaleur qui a donné lieu à une explosion de l'oxygène de ce soleil en contact avec l'hydrogène de la masse nébulaire. Cet énorme dégagement de chaleur a réduit le soleil à l'état gazeux et a fait naître une nébuleuse nouvelle. Cette supposition complèterait la théorie cosmogonique de Laplace.

M. RITTER estime que cette supposition est d'autant plus intéressante que toute la théorie de la chaleur centrale a été mise en question. M. Ritter est heureux de voir que le phénomène décrit est la confirmation de cette théorie, de laquelle il s'est occupé en son temps.

M. le prof. TRIPET présente un exemplaire de l'anémone des jardins (*Anemone hortensis*, L.), chez lequel une des folioles de l'involucre s'est transformée en une division périgonale dont elle a les dimensions et la couleur. Toutefois la différenciation n'est pas complète, car la foliole est terminée au sommet par deux lobes de grandeur inégale rappelant son origine. Cette anémone a été sortie d'un bouquet venant de Nice et l'on peut admettre que la culture est la cause de cette anomalie. Les cas de ce genre sont très nombreux et prouvent une fois de plus que la fleur est formée de feuilles végétatives plus ou moins profondément différenciées.

SÉANCE DU 11 AVRIL 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. le PRÉSIDENT ouvre la séance par la lecture de la lettre qu'il a adressée à M. le professeur Louis Favre pour lui annoncer sa nomination de président honoraire de la Société et celle de la réponse de M. Favre. Voici ces documents :

SOCIÉTÉ NEUCHÂTELOISE
des
Sciences naturelles

Neuchâtel, le 22 mars 1902.

Monsieur Louis Favre,

Neuchâtel.

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous informer que la Société neuchâteloise des sciences naturelles, réunie hier en assemblée générale, vous a nommé, à l'unanimité et par acclamation, Président d'honneur.

Espérant que nous aurons souvent le privilège de vous voir présider nos séances, je vous prie, Monsieur, d'agréer l'expression de mon respectueux dévouement.

J. DE PERREGAUX, ing.,

Président de la Soc. neuch. des sc. natur.

Neuchâtel, 31 mars 1902.

Monsieur Jean de Perregaux,

Président de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Monsieur le Président,

Vous m'avez causé une bien agréable surprise en m'annonçant le vote de notre Société, du 21 mars dernier, qui me nommait votre Président d'honneur.

Cette haute distinction accordée à notre vénéré Président, M. Louis de Coulon, dont la vie entière fut consacrée à encourager l'activité de notre Société, à lui conserver son rang honorable parmi celles de la Suisse, était la juste récompense de ses éminents services. Mais, quand je songe au peu que j'ai fait, je me sens rempli de confusion et je l'avoue en toute franchise. Si quelque chose peut me rassurer, c'est la pensée que vous avez probablement voulu rendre hommage à un vieux collègue, entré dans notre Société il y aura bientôt 60 ans, qui a été le contemporain de ses fondateurs, a travaillé avec eux, et représente la tradition de leurs tendances au milieu de vous. S'il en est ainsi, j'accepte ce rôle, pour les jours qui me restent, et je vous en rends grâce.

Veillez, Monsieur le Président, transmettre à mes collègues l'expression de ma reconnaissance et les vœux que je forme pour l'énergique et féconde vitalité de notre Société. Puisse l'enthousiasme de ses fondateurs l'animer toujours et la maintenir jeune et ardente au travail!

L^s FAVRE.

M. PAUL FAVRE, ingénieur à Mulhouse, est ensuite admis à l'unanimité au nombre des membres de la Société.

M. G. RITTER, ingénieur, dans une communication relative au barrage de la Sarine à Fribourg, rend

compte de diverses particularités relatives à la construction de cette importante œuvre technique, puis d'observations d'ordre géologique et hydrologique relatives à la transformation du lit de cette grande rivière torrentielle de nos Alpes qui en a été le résultat. (Voir p. 374.)

M. H. SPINNER présente des exemplaires tératologiques d'*Anemone nemorosa*, L. cueillis dans le bois de l'Hôpital, le long du chemin de Comba-Cervey, à une altitude d'environ 600 mètres. Ces échantillons, sous l'influence d'un parasite, présentent une régression complète de la fleur, dont tous les organes sont verts et foliacés. Le péricône a subi la métamorphose la plus complète, car ses divisions montrent, en plus de la verdure, les découpures profondes des véritables feuilles.

D'autres exemplaires, plus fortement attaqués, n'ont pas fleuri, et se réduisent à une feuille dont le pétiole atteint une hauteur de plus de 25^{cm}, au lieu de 10 à 15^{cm} qu'il a d'habitude.

Le parasite en question semble être assez répandu, car des centaines de plantes en sont infestées, surtout au bord des chemins.

M. SPINNER parle ensuite de la *Méthode anatomique en classification végétale* avec quelques résultats de ses observations propres sur l'*Anatomie foliaire des Carex suisses*. (Voir p. 65.)

MM. CORNAZ et TRIPET échangent quelques observations au sujet de ce travail. Ils confirment la valeur de la méthode anatomique au point de vue de la classification végétale et citent quelques cas d'exagération dans le nombre des espèces de certains genres, tel que le genre *Rosa*, dont M. Gandoger multiplie presque à l'infini le nombre des espèces pour la France seule

SÉANCE DU 24 AVRIL 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. le prof. RUFENER fait une communication sur la propagation des ondes électriques.

Vers 1860, le physicien anglais Maxwell publia un ouvrage intitulé *Théorie électromagnétique de la lumière*. Il arrivait, par des conceptions purement théoriques, à la conclusion que la lumière doit être un phénomène électromagnétique, ne différant que quantitativement des ondes électriques. La vérification expérimentale de cette hypothèse fut faite 25 ans plus tard par Hertz. L'appareil créé par Hertz fut : 1^o un *excitateur* ou producteur d'oscillations électriques et 2^o un *résonateur* ou appareil sensible à l'action de ces ondes. Il démontra l'identité complète entre les phénomènes électriques et lumineux au moyen d'expériences très délicates. En 1890, Branly trouva un résonateur d'une sensibilité extraordinaire aux ondes électriques. Ce fut le tube à limaille appelé soit *radioconducteur*, soit *cohéreur*. Cet appareil, frappé par les ondes, devient bon conducteur de l'électricité ; un choc ramène la limaille à son état primitif et le tube possède à nouveau une résistance très grande. C'est ce cohéreur qui est l'organe essentiel des instruments pour la télégraphie sans fil.

Des expériences très réussies, faites au moyen d'instruments récemment achetés par le gymnase cantonal, ont permis à tous les assistants de constater la justesse de l'hypothèse de Maxwell.

M. LOUIS DE MARVAL entretient ensuite la Société de quelques *Echinorhynques d'oiseaux*.

Les Echinorhynques sont les vers parasites les plus mal connus et les nombreuses descriptions qu'en ont données les auteurs sont encore peu précises et rendent la détermination difficile.

Le nombre actuel des Echinorhynques est de 177, répartis dans les diverses classes des Vertébrés. Leur organisation est très simple. Pas d'organes digestifs. Peau très épaisse avec un système de lacunes compliqué. Un rostre pouvant dévagner d'une poche musculaire qui lui sert de réceptacle et armé de nombreux crochets chitineux dont le nombre et la disposition sont caractéristiques pour l'espèce.

Le cycle vital est assez compliqué. L'œuf, une fois mûr, s'entoure de trois coques chitineuses et entraîné par les déjections de son premier hôte il se fixe ensuite dans la cavité digestive des mouches ou des crustacés et là achève son évolution. L'œuf devient embryon, puis larve, et c'est alors qu'à l'état de larve, il passe chez l'hôte définitif qui est un vertébré, poisson, oiseau ou autre. La taille des Echinorhynques varie dans de larges limites; de quelques millimètres à 20 et 30^{em} comme l'Echinorhynque du porc (*E. gigas*). M. de Marval s'est efforcé de réduire autant que possible le nombre des espèces. Des quatre nouvelles espèces qu'il a trouvées, deux étaient très caractéristiques et l'une présentait une métamérisation superficielle très accentuée.

M. FUHRMANN remercie M. de Marval de ses développements concernant les parasites en question et regrette que le temps très court mis à la disposition de M. de Marval l'ait empêché de donner encore plus de détails sur les Echinorhynques en général, dont il a fait une étude spéciale, couronnée de découvertes souvent d'un vif intérêt.

SEANCE DU 9 MAI 1902

Présidence de M. le prof. H. RIVIER, vice-président.

M. le Dr *Edouard Robert-Tissot*, de La Chaux-de-Fonds, est présenté comme candidat par MM. les prof. BILLETER et TRIPET.

M. le prof. BILLETER, en l'absence de son fils, décrit le *cyanate de benzoyle et l'anhydride benzène-sulfonique*, que ce dernier a étudiés, et qu'il est arrivé à produire synthétiquement. Il présente ces deux corps qui, par suite de leur forte affinité pour l'eau, doivent être conservés à l'abri de l'air. Dans la discussion qui suit cette communication, M. le prof. RIVIER fait remarquer la difficulté très spéciale que présentaient ces expériences, lesquelles devaient se faire absolument à l'abri de l'humidité.

M. SAMUEL DE PERROT fait une communication sur *l'influence de la correction des eaux du Jura sur le niveau du lac de Neuchâtel*. Il démontre, basé sur les moyennes de 1817-1876 et de 1882-1901, que les variations actuelles et futures sont, d'après le calcul des probabilités, très supérieures à ce qu'elles étaient auparavant.

Au dernier moment, il s'est aperçu que le point de départ du limnimètre de 1817 à 1876 est entaché d'une incertitude de 0^m,60. Pour ne pas perdre le fruit de ces longues années d'observations, il importe d'être exactement fixé à ce sujet, de retrouver et de niveler si possible les traces de l'inondation de 1802, dont il est parlé dans le vol. IV des Mémoires de la Société des sciences naturelles.

Mais les blocs portant les marques de 1802 ont été exploités et les manuscrits originaux sont introuvables; seule l'échelle gravée sur le roc au Crêt (Voir plume de la Commission des eaux du Jura) doit encore subsister, probablement recouverte par l'escalier en maçonnerie descendant au S.E. du Crêt.

En attendant qu'on retrouve cette erreur, M. de Perrot renvoie à plus tard la publication des résultats de ses recherches. Il désirerait que les différences de niveau pussent être plus exactement notées qu'elles ne le sont maintenant et, dans ce but, il voudrait que le limnimètre

actuel fût amélioré et changé de place. Il propose à la Société de bien vouloir s'intéresser à cette question.

M. R. CHAVANNES a entendu avec un grand intérêt le travail de M. de Perrot, parce qu'il croit qu'on fera un jour l'histoire de la correction des eaux du Jura et qu'on se demandera quels résultats utiles elle a procurés aux riverains.

Il donne le profil de la berge de Cudrefin, où l'on promettait que la correction ferait gagner du terrain; le lac, en creusant, refait petit à petit sa berge; par conséquent il n'y aura plus de terrain gagné d'ici à un quart de siècle.

M. le prof. RIVIER dit que le phénomène décrit par M. Chavannes se produit également sur le lac de Morat. Il y a eu de nombreux éboulements le long de la berge et le débarcadère de Vallamand a été emporté en 1889. Pour enrayer ce travail de creusage du lac, des endiguements très coûteux ont été faits sur quelques points.

M. le prof. TRIPET, en recherchant dans la table des bulletins, a vu qu'il existe une commission hydrographique. Cette commission est réduite actuellement à un seul membre, M. de Perrot, que M. Tripet propose de charger de s'occuper de la question.

M. le prof. BILLETER est de cet avis et demande que M. de Perrot s'adjoigne quelques membres de la Société.

M. CHAVANNES voudrait que l'on s'entendit d'abord sur ce que l'on veut faire; il a entendu dire que la Commune ne fait rien parce qu'elle ne trouve aucune solution.

M. WEBER affirme que la Commune a chargé, à son insu, un particulier de la ville de faire des changements aux instruments de la colonne météorologique; il s'est dès lors désintéressé complètement de la question.

M. S. DE PERROT pense qu'il suffirait d'installer la colonne à l'extrémité du môle.

M. BILLETER croit qu'il n'est pas indiqué de nommer une commission spéciale et qu'il serait préférable de charger M. de Perrot de prendre en main cette affaire en s'adjoignant quelques collaborateurs.

M. WEBER désire au contraire que la question soit discutée en séance et il en fait la proposition, qui est adoptée. Il s'agirait, suivant lui, de satisfaire à la fois les intérêts de la science et la population.

SÉANCE DU 6 JUIN 1902

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. le PRÉSIDENT lit une invitation de la Société des sciences naturelles de Berne, qui aura sa séance générale le 8 juin 1902, à l'île de Saint-Pierre.

MM. BILLETER, WEBER, LE GRANDROY et TRIPET sont chargés d'y représenter la Société.

M. J. DE PERREGAUX fait part d'une seconde invitation, c'est celle de la Société vaudoise des sciences naturelles, qui aura sa séance générale à Yverdon le 21 juin. MM. RIVIER et BILLETER y sont délégués.

M. le PRÉSIDENT propose de fixer la séance publique annuelle au 26 juin à Boudry avec le programme suivant: Séance au collège de Boudry à 3 heures, puis visite de la Fabrique de câbles électriques de Cortaillod. Le banquet aurait lieu au stand du Petit-Cortaillod. Ces propositions sont acceptées.

M. le PRÉSIDENT fait ensuite mention de la médaille de vermeil que vient de conférer à M. le Dr EDOUARD CORNAZ le ministre de l'intérieur, à la demande de l'Académie de médecine de Paris, pour son travail sur la vaccination des malades; il lui adresse les félicita-

tions de la Société, que soulignent de leurs applaudissements les membres présents à la séance.

M. le D^r Ed. CORNAZ remercie la Société de sa sympathie; il fait remarquer que ce travail a été lu à la Société et publié dans le *Bulletin*.

Sous le titre de *Petites notices botaniques*, M. le D^r EDOUARD CORNAZ communique quatre notes intitulées :

1. *Tige fistuleuse ou tige creuse ?* tendant à démontrer par l'exemple du *Trifolium hybridum*, L. et du *T. elegans*, Savi, ainsi que par celui de l'*Aronicum Glusii*, Koch et de l'*A. glaciale*, Rehb, que ces caractères distinctifs disparaissant avec la dessiccation, doivent être accompagnés d'autres toujours faciles à constater, soit le nombre des nervures et dentelures des feuilles, chez ceux-là, et la nature des poils du bord des feuilles chez ceux-ci, dont le premier seul présente de longs poils blanchâtres tordus.

2. *Feuilles de trèfle à 4, 5 et même 6 folioles*, provenant du *Trifolium repens*, L. et lui ayant été envoyées au nombre respectif de 26, 12 et 1, par M. le D^r R. Godet, directeur-médecin de Préfargier : en les présentant à la Société, l'auteur fait remarquer particulièrement deux paires de folioles opposées séparées des deux terminales par une prolongation du pétiole, ce qui présente l'aspect d'une feuille composée paripennée.

3. *Anomalies florales chez les Carex*. Nos deux *Carex* dioïques peuvent très exceptionnellement être androgynes. En revanche, parmi les *Carex* à plusieurs épillets, on peut ne trouver qu'un épillet uniterminal sexuel ou androgyne; les épillets terminaux de ce groupe peuvent également fournir cinq anomalies au point de vue de la position réciproque des fleurs de chaque sexe; des faits analogues peuvent exister sur les épillets latéraux. En outre, les épillets féminins inférieurs peuvent se détacher près de la racine: ils peuvent

être très distants les uns des autres; enfin les épillets peuvent être séparés en deux axes ou seulement munis d'épillets secondaires, etc. L'intérêt de ces faits tératologiques, c'est que plusieurs d'entre eux sont normaux dans telle ou telle espèce.

4. *Trois Lichens à rechercher autour de Neuchâtel.* Il s'agit du *Lecidea testacea* (Ach.), qui était abondant en 1842 au haut des rochers néocomiens de Bellevaux surplombant les Fahys, et des *Lecanora friabilis*, var. *fulgens* (Schær.) et *L. crassa*, var. *lentigera* (Schær.), qui se trouvaient à la même époque sur les rochers déclives au S.E. de la colline du Mail, et qui toutes trois ont disparu aujourd'hui. La différence de couleur entre leurs thalles et leurs apothécies est bien propre à les signaler à l'attention.

Dans la discussion qui suit cette communication, M. le prof. O. BILLETER demande si c'est surtout chez le *Trifolium repens* que l'on trouve cette augmentation du nombre des folioles ?

M. le Dr ED. CORNAZ l'ignore, cet envoi lui provient de M. le Dr Godet à Préfargier où l'on trouva, paraît-il, de grandes quantités de ces trèfles à 4 ou 5 folioles.

M. MOULIN voudrait savoir si ces caractères de tératologie sont une transformation temporaire ou permanente de l'espèce.

M. le Dr ED. CORNAZ répond que ce sont des caractères temporaires.

M. le prof. O. BILLETER croit savoir que la tératologie a comme étiologie l'adaptation de l'espèce au milieu. Il se souvient d'une communication faite par un naturaliste à Thusis, dans laquelle ce dernier démontrait deux espèces de papillons, l'une venant du Midi et l'autre du Nord et qui se sont transformées en les changeant de région.

M. G. RITTER fait ensuite une communication *sur la disparition des falaises de la rive sud du lac de Neuchâtel*. (Voir p. 362.)

M. S. DE PERROT pense, en ce qui concerne la transformation des falaises de Cudrefin à la suite de la correction des eaux, que le mouvement des vagues refera ces falaises en creusant lentement le sol et cela malgré toutes les plantations qui ont été faites sur la rive.

M. G. RITTER voudrait, pour la beauté des falaises, que M. de Perrot eût raison. Les terrains, qui ne valaient auparavant presque rien, augmentent chaque jour de valeur, par conséquent on fera les travaux nécessaires pour protéger les plantations et leurs chemins de dévestiture. Du côté neuchâtelois, la protection du terrain est plus difficile, les vagues étant beaucoup plus grandes que de l'autre côté du lac.

M. S. DE PERROT a oublié de parler de l'enlèvement du gravier sur la rive neuchâteloise: on l'exploite en grand et on arrive ainsi à faciliter l'avancement du lac. Sur les côtes d'Angleterre on a dû défendre l'enlèvement du gravier. Il a remarqué combien, après un jour de bise, le gravier est enlevé sur de grandes étendues.

Dans la discussion qui suit, M. le prof. SCHARDT dit que la question des grèves est plus compliquée qu'elle ne le paraît de prime abord. L'eau enlève et rapporte du gravier. A l'embouchure de la Veveyse, il se forme un entassement de matériaux. Le gravier enlevé par les vagues est réparti à droite et à gauche. Il suffit d'un ouragan pour produire un éboulement d'une grande partie du talus sous-lacustre, surtout après une longue période de calme. L'exploitation du gravier est une mesure de prudence, en particulier à l'embouchure d'une rivière, on rendrait ainsi plus rare de grands éboulements de la berge.

M. S. DE PERROT, d'accord avec M. le prof. Schardt

en ce qui concerne les deltas des rivières à régime torrentiel, charriant beaucoup, ne l'est plus pour ce qui concerne nos rives.

Comparant à l'actuelle la courbe de niveau de 429^m,29, levée en 1882 par le Département des travaux publics, il est hors de doute que de très grandes surfaces de grèves, loin de toute rivière, ont été érodées par le lac depuis son abaissement et que les riverains ont de ce chef perdu beaucoup de terrain. Il attire une fois de plus leur attention sur ce sujet et espère qu'il sera bientôt mis fin à cette exploitation absolument irrationnelle et dangereuse du gravier de nos rivages.

Il ne faut pas perdre de vue que l'abaissement des eaux du lac en a complètement changé le régime et que l'équilibre des profils établis par l'action séculaire des vagues a été violemment rompu.

Pour un faible gain actuel, ne facilitons pas l'action des vagues et n'obligeons pas nos successeurs à de coûteux travaux de protection.

M. le prof. F. TRIPET fait une petite communication de botanique sur la découverte de l'*Asperula arvensis*, L., au-dessous de la gare de Chambrelieu, par l'un de ses étudiants, M. Jules Favre. Cette plante, qui appartient à la flore du bassin du Danube et s'avance jusque dans le canton de Schaffhouse, a été signalée une fois au Val-de-Ruz, entre Engollon et Fenin, par Léo Lesquereux.

SÉANCE PUBLIQUE DU 26 JUIN 1902

au Collège de Boudry

Présidence de M. J. DE PERREGAUX

M. le PRÉSIDENT ouvre la séance en prononçant le discours suivant :

Messieurs,

On se figure, mais à tort, que notre Société est un cénacle scientifique, et que pour en faire partie il faut être un savant; loin de là, c'est un préjugé; nous sommes et tenons à être avant tout une Société d'enseignement mutuel et de vulgarisation.

Nos bulletins enregistrent les observations les plus modestes aussi bien que les travaux de plus grande envergure et nous sommes reconnaissants à tous ceux qui veulent bien être nos collaborateurs et nous faire part de leurs recherches dans tous les domaines des sciences naturelles; aussi, Messieurs, si parmi vous il s'en trouve qui désirent entrer dans notre Société, nous vous recevrons avec le plus grand plaisir.

Il y a quelques années, notre Société, désireuse d'élargir son cercle d'activité et de rester en contact avec ses membres externes, a décidé de tenir une séance publique annuelle dans l'une ou l'autre des principales localités du canton; c'est ce qui nous vaut l'honneur de siéger aujourd'hui dans ce beau collège.

Nous tenons à rendre ici hommage aux autorités de Boudry, non seulement pour la construction du collège où elles nous ont permis de nous réunir, mais pour le bon vouloir qu'elles ont montré en s'associant à nos efforts pour la conservation des blocs erratiques intéressants qui sont sur son territoire et en résistant à la rapacité des granitiers. Relevons aussi avec éloge la courageuse entreprise qui a eu pour effet d'amener du pied des rochers de Trey mont l'eau fraîche et pure qui manquait à Boudry et par une ingénieuse combinaison d'utiliser sa pression de 30 atmosphères en conduite forcée, pour produire l'éclairage électrique de la ville et de son voisinage.

Les bords de la Reuse, à Boudry, ce qu'on voit du vieux bourg en passant le pont, la haute colline du château où se dresse la tour ronde comme une senti-

nelle des temps héroïques, ont toujours attiré l'attention des amis du pittoresque et souvent l'admiration des artistes.

Tour à tour les paysagistes Lory, Georges Grisel, Edouard DuBois, Oscar Huguenin, Paul Bouvier, Edouard Paris sont venus dresser ici leur chevalet et y trouver de remarquables motifs de croquis, d'aquarelles ou de tableaux. A la dernière exposition des aquarellistes suisses, l'œuvre la plus admirée de Paul Bouvier avait été peinte non loin d'ici, à quelques centaines de mètres en amont du pont.

Ces vieux murs que baigne la Reuse ont tout un passé, que je voudrais, si le temps ne me manquait, faire revivre à vos yeux.

Je voudrais vous parler de ces hommes qui habitaient il y a quelques mille ans les cavernes profondes des gorges de la Reuse, de ces Romains aussi qui, suivant la Vy de l'Etra, passaient à Pontareuse, de ce comte Louis qui, par la Charte de 1343, érigeait Boudry en bourgeoisie, ce qu'elle est restée jusqu'en 1848; je voudrais vous parler du prieuré de Pontareuse, de son église, de ses vieilles tours, je voudrais la suivre dans toutes ses évolutions politiques et religieuses, phases de luttes violentes lors de la réformation ou de périodes florissantes dans la seconde moitié du XVIII^{me} siècle, lors de l'éclosion de l'industrie des toiles peintes.

En parlant de Boudry, je voudrais vous entretenir aussi de tous ceux de ses enfants qui l'ont illustré ou qui ont contribué à son développement; mais je me bornerai à attirer votre attention sur le commencement de la carrière d'un seul d'entre eux: Philippe Suchard. Je dois les détails qui vont suivre à l'obligeance de M. Louis Favre, notre président d'honneur, que je voudrais voir aujourd'hui occuper ma place dans sa ville natale.

Philippe Suchard est né, le 9 octobre 1797, à Boudry;

sa famille, originaire du Dauphiné, descendait de réfugiés, victimes de la révocation de l'Edit de Nantes. Guillaume Suchard, son père, avait continué les traditions de ses ancêtres, achetant des laines dans le pays et vendant ses étoffes. En 1794, l'incendie de La Chaux-de-Fonds, où il avait un dépôt, le ruina. Renonçant à son métier de drapier, il loua l'auberge de Boudry qu'on nommait la maison de Ville et s'occupa du soin de ses vignes et de ses champs.

Il était secondé par sa femme Louise-Sophie, née Dubey, originaire de Grandcour (Vaud), active, vaillante au travail, intelligente et dévouée; cette mère a laissé dans le cœur de ses enfants un tendre souvenir. « C'est à ma mère, disait dans sa vieillesse Ph. Suchard, que je dois ce précepte sublime et fortifiant d'unir la prière au travail; « Ora et labora » a toujours été sa devise et la mienne. »

La famille était nombreuse: cinq garçons et deux filles s'asseyaient à la table paternelle dans la vieille auberge. Dès que l'un des garçons atteignait l'âge de 13 à 14 ans on l'envoyait en pension, en change; c'est ainsi que Ph. Suchard apprit l'allemand chez un pasteur de Lenzbourg. En 1810, il rentra à Boudry dans la vieille hôtellerie; tour à tour occupé aux foins, à la moisson, à la vigne, au pressoir, il lui restait peu de temps pour l'école où il ne fit jamais d'assez longs séjours pour acquérir autre chose qu'une instruction très sommaire qu'il dut compléter plus tard de son mieux.

Le 9 septembre 1814, son père l'envoya à Berne comme apprenti confiseur chez son frère Frédéric; jamais Philippe Suchard n'oublia les impressions de ce voyage, alors qu'agé de 16 ans, il partit de Boudry seul à pied, marchant tout d'une traite jusqu'à Berne, n'ayant en poche, pour toute fortune, que 3 piécettes (fr. 0,75), qu'il devait à la munificence de sa marraine.

A peine arrivé, l'adolescent trouva sa place mar-

quée au laboratoire et malgré la fatigue d'une marche de dix heures sans halte ni ravitaillement, il dut se mettre à la besogne et y rester fort avant dans la nuit jusqu'à ce que la tâche du jour fut complètement achevée.

Les jours et les années qui suivirent ne changèrent rien à ce début et sans la santé que le jeune apprenti conserva, grâce à sa conduite irréprochable, jamais il n'aurait pu endurer le surmenage auquel il fut astreint pendant huit années consécutives.

Loin de le rendre casanier, sa réclusion prolongée produisait en lui une réaction qui lui faisait rêver voyages et expéditions aventureuses, auxquels la lecture de Robinson Crusoë n'était point étrangère.

Devenu ouvrier, il employait une partie de ses gains à se procurer des livres et à prendre des leçons d'anglais et d'italien. S'il parvenait à obtenir un congé de quelques jours, vite il en profitait pour courir embrasser ses parents à Boudry et, marcheur infatigable, faire avec son ami le dessinateur Weibel, plus tard lithographe à Neuchâtel, de longues excursions où il trouvait mille occasions de s'instruire en notant ce qui pouvait l'intéresser.

Comme on le voit, Philippe Suchard était armé pour fournir une carrière exceptionnelle.

De 1820 à 1824, donnant satisfaction à ses goûts voyageurs, il parcourut la Suisse, la France et l'Italie, mais il lui fallait un horizon plus vaste; « enfin, écrit-il plus tard au printemps de 1824, j'ai réalisé mes rêves en m'embarquant sur un voilier américain ». Il avait 27 ans, un frère de son père établi en Amérique l'aida probablement à exécuter son dessein; arrivé au Hâvre, il se rend utile à des émigrés anabaptistes suisses et alsaciens pour la plupart, et fait la traversée sur le brick « Hypérion », capitaine Albert de Valangin, d'origine neuchâteloise. La traversée dura 41 jours. Le récit

de son voyage a été publié en allemand (Aarau, 1827) sous le titre « *Mein Besuch Amerika's*. Sommer 1824 », et a paru à Neuchâtel en 1868 sous le titre « *Un voyage aux États-Unis d'Amérique il y a 40 ans* ».

Nous ne pouvons nous étendre sur son voyage. Il avait promis à ses parents d'être de retour pour les fêtes de Noël et tint parole.

On peut se représenter la curiosité qui l'accueillit et l'émerveillement de ses auditeurs lorsqu'il racontait les choses invraisemblables qu'il venait de contempler. Ceux qui ont vécu à Boudry à cette époque comprendront que Philippe Suchard n'y put trouver ni un aliment à son activité, ni un établissement digne de lui; on le prenait pour un révolutionnaire, une tête brûlée qui voulait tout bouleverser.

Ce revenant d'Amérique épouvantait les justiciers et les maîtres bourgeois portant encore culottes courtes, cadenettes et chapeaux à cornes. Aux prises avec cette inertie irréductible, sentant son sang huguenot bouillonner dans ses veines, le futur industriel secoua la poussière de ses souliers, embrassa ses vieux parents, partit pour Neuchâtel et s'y établit comme confiseur.

Le chocolat se préparait alors à la main, au pilon et au mortier. Lassé de ce travail de manœuvre qui lui faisait perdre un temps précieux, il se rappela qu'il avait vu en Amérique remplacer partout où cela était possible, la force de l'homme par une chute d'eau; il n'eut pas à chercher bien loin, une roue hydraulique était disponible à Serrières. Philippe Suchard fit tailler à Saint-Triphon un bassin et des meules roulantes qu'il installa dans la pauvre bâtisse qu'il avait louée. Le résultat fut prodigieux; en 24 heures la machine triturait 108 livres de cacao d'une façon irréprochable: voilà quel fut le modeste commencement d'une industrie qui est devenue ce que vous savez tous.

Je voudrais suivre plus longtemps Philippe Suchard,

je dois me contenter de vous avoir rappelé les débuts d'un de vos combourgeois qui, par son labeur, son zèle infatigable et sa persévérance, est arrivé à rendre son nom universellement connu et estimé.

Avant de terminer, permettez-moi de rappeler aussi à votre souvenir les noms de deux doyens de notre Société, qu'à notre grand regret l'âge et la maladie ont empêchés de se joindre à nous; j'ai nommé M. Henri-Louis Otz et M. Félix Bovet.

Je déclare ouverte la huitième séance publique de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Il est procédé à l'admission dans la Société des candidats suivants: MM. CHARLES-ALPHONSE DE COULON, à la Fabrique de câbles électriques, Cortaillod; ERNEST GIRARD, juge de paix, à Boudry; EMILE JUNOD, ingénieur électricien à la Fabrique de câbles électriques, Cortaillod. Ces candidats sont admis à l'unanimité. En outre, M. le Dr CLÉMENT GICOT déclare rentrer dans la Société.

La Société helvétique des sciences naturelles ayant sa séance annuelle à Genève, les 9, 10 et 11 septembre, notre Société désigne MM. JEAN DE PERREGAUX et F. TRIPET pour la représenter à la séance préparatoire.

M. le prof. F. TRIPET communique quelques lettres inédites de Léo Lesquereux adressées au pharmacien Louis Chapuis de Boudry. (Voir p. 436.)

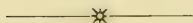
M. TRIPET signale le fait qu'au cours d'une excursion botanique le 19 juin dernier, M. Jules Favre a retrouvé un exemplaire de l'*Erysimum strictum*. Fl. der Wett., au fond du Creux-du-Van. On n'avait pas revu la plante dans cette station depuis qu'elle y avait été signalée par le baron Albert de Buren.

M. le prof. SCHARDT résume la *description géologique de la région des gorges de l'Areuse*, qu'il a faite en commun avec son collègue M. AUG. DUBOIS. (Voir p. 195.)

M. le Dr FRANÇOIS Borel, dans un travail plein d'originalité, fait l'histoire de la *Fabrique de câbles de Cortaillod*, dont les débuts furent si pénibles, puis le développement si considérable. (Voir p. 353.)

M. le prof. SCHARDT parle encore d'un *pli-faillie découvert à la Vue-des-Alpes*. (Voir p. 431.)

La Société se rend ensuite à la Fabrique de câbles électriques où l'attend une réception cordiale de ses directeurs. Après avoir visité l'établissement, les membres se dirigent vers le Stand de Cortaillod où un joyeux banquet termine la journée.



LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} janvier au 31 décembre 1902

- Adelaide* (Sud-Australie). Royal Soc. of. S.-A. — Transact.
a. Proceed., vol. XXV, 2; XXVI, 1 a. 2; — Memoirs,
vol. II, p. I.
- Albany*. 1. University of the state of New York. — 1. New
York state Museum : 52^d ann. Rep. of the regents.
1898, vol. I a. II. — 2. College Departm., third ann.
Rep., 1900.
2. New York state Library. — 82^d a. 83^d ann. Rep., 1899
a. 1900.
- Amiens*. Soc. Linnéenne du Nord de la France. — Bull. men-
suel, T. XV, nos 323-332.
- Annecy*. Soc. Florimontane. — Revue Savoiss., 42^{me} ann., 2-4.
- Bâle*. Naturf. Gesellschaft. — 1. Verhandl., B. XIII, 3. —
2. Zur Erinnerung an Tycho Brahe, von Fr. Burck-
hardt.
- Baltimore*. Johns Hopkins University. — Circulars, vol. XXI,
155-159.
- Bar s. Seine*. Soc. d'apiculture de l'Aube. — La Ruche, 39^{me}
ann., nos 1-4.
- Bergen*. Bergens Museum. — 1. Aarbog 1901, 2^{det} hefte;
1902, 1^{ste} hefte; — 2. Aarsberetning for 1901; — 3.
An Account of the Crustacea of Norway, by G.-O. Sars.
vol. VI, p. III-VIII.
- Berlin*. 1. K. Pr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber.,
1901, XXXIX-LIII; 1902, I-XL.

2. Deutsche geolog. Gesellsch. — 1. Zeitschrift, B. LIII, 4; B. LIV, 1 a. 2; — 2. Die deutsche geolog. Gesellsch. in den Jahren 1848-1898, etc.
 3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — Verhandl., 43. Jahrg.
- Berne.* 1. Commission géolog. suisse. — 1. Matér. pour la Carte géolog. de la Suisse, nouv. sér., 43^{me} livr.; — 2. Notice explicat. de la feuille XVI (2^{me} édit.) par E. Renevier et H. Schardt.
2. Bureau hydrométrique fédéral. — Tableaux graph. des obs. hydrométr. suisses pour les années 1899 et 1900.
- Besançon.* Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 7^{me} sér., vol. 3.
- Béziers.* Soc. d'études des sc. natur. — Bull., vol. XXII.
- Bonn.* 1. Niederrheinische Gesellsch. für Natur u. Heilkunde. — Sitzungsber., 1901, 1 u. 2; 1902, 1.
2. Naturhistor. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 58, 1 u. 2; Jahrg. 59, 1.
- Bordeaux.* Soc. Linnéenne. — Actes, sér. 6, T. VI.
- Boston.* Soc. of natur. history. — 1. Proceed., vol. XXIX, 15-18; XXX, 1 a. 2; — 2. Occasional papers, VI.
- Bourg.* Soc. des natural. de l'Ain. — Bull., 1901, 4; 1902, 4.
- Braunschweig.* Ver. für Naturwissenschaft. — 12. Jahresber.
- Bremen.* Meteorolog. Observatorium. — Meteorolog. Jahrbuch der freien Hansestadt Bremen, XII. Jahrg., 1901.
- Brest.* Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XXVI.
- Brünn.* Naturf. Verein. — 1. Verhandl., B. XXXIX; — 2. Meteorolog. Commission. XIX. Ber.: Beobacht. im Jahre 1899.
- Bruxelles.* Acad. royale de Belgique. — 1. Bull. de la Classe des sciences, 1899, 1900, 1901, 1902, nos 1-3, 6 et 7; — 2. Annuaire, 1900-1902.
- Budapest.* K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Mitteil. aus dem Jahrb., B. XIII, 4-6; B. XIV, 1; — 2. Földtani Közlöny, vol. XXXI, 5-12; XXXII, 1-9; — 3. Jahresber. für 1899.
- Buenos-Aires.* Museo nacional. — Comunicaciones, T. I, 10.
- Calcutta.* Geolog. Survey of India. — Memoirs, vol. XXX 3 a. 4; XXXI, 2 a. 3; XXXII, 1 a. 2; XXXIII, 2; XXXIV, 1.
- Cambridge* (U.-S.). Museum of comparat. Zoölogy. — Bull., vol. XXXIX, 3; XL, 1 a. 2; Geolog. ser., vol. V, 5 a. 6.
- Catania.* Accad. gioenia di sc. natur. — Boll. delle sedute, fasc. LXXII e LXXIII.

- Chambéry.* Acad. des sc., belles-lettres et arts de Savoie. — Mém., 4^{me} sér., T. IX.
- Charleroi.* Soc. paléontolog. et archéolog. — Documents et Rapports, T. XXV.
- Christiania.* Acad. des sciences et lettres. — Forhandl., 1901.
- Cincinnati.* Soc. of natur. history. — Journal, vol. XX, 1 a. 2.
- Coimbra.* Soc. Broteriana. — Boletim, XVIII, 1-4.
- Columbus.* Ohio state University. — 31th ann. Rep. to the governor, for the year ending June 1901, p. I a. II.
- Dax.* Soc. de Borda. — Bull., 1901, 1-4.
- Des Moines (U.-S.).* Iowa geolog. Survey. — Vol. XI.
- Dresden.* Naturwiss. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1900. Juli bis December; 1901. Juli bis December.
- Dublin.* 1. Royal Irish Academy. — Transact., vol. XXXI, p. XII.
2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientific Transact., vol. VII, 8-13; — 2. Scientific Proceed., vol. IX, p. 2-4; — 3. Economic Proceed., vol. I, p. 2.
- Erlangen.* Phys.-medicin. Societät. — Sitzungsber., 33. Heft.
- Fribourg.* Soc. fribourg. des sc. natur. — 1. Mém.: Botan., vol. I, 2 et 3; Géolog. et géogr., vol. II, 1 et 2; Chimie., vol. I, 3 et 4; — 2. Bull., vol. IX.
- Genève.* Soc. de phys. et d'hist. natur. — Mém., vol. 34, fasc. 1 et 2.
- Giessen.* Oberhessische Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde. — 33. Bericht.
- Gray.* Soc. grayloise d'émulat. — Bull., n° 4.
- Greifswald.* Naturwiss. Verein für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 33. Jahrg.
- Grenoble.* Université. — Annales, T. XIV, 1.
- Güstrow.* Verein der Freunde der Naturgesch. in Mecklenburg. — Archiv., 53. Jahr, II. Abtheil.; 54. Jahr, I. Abtheil.; 55. Jahr, II. Abtheil.; 56. Jahr, I. Abtheil.
- Halle a. S.* K. Leopold.-Carolinische deutsche Akad. der Naturforscher. — 1. Leopoldina, Heft 34-37; — 2. Nova Acta, B. LXII, 3; LXVIII.
- Hamburg.* Naturwissenschaftl. Ver. — Verhandl., 1901, 3^{te} Folge, B. IX.
- Harlem.* 1. Soc. holland. des sc. — Archives néerland. des sc. exactes et natur., sér. II, T. VII, 1.
2. Musée Teyler. — Archives, sér. II, vol. VII, 4.

- Helsingfors.* 1. Soc. pro Fauna et Flora Fennica. — 1. Meddel., II, 24-27, 32 et 33; — 2. Acta, vol. XVII-XX.
2. Comm. géolog. de la Finlande. — Carte géolog., Sect. C. 2: St-Michel.
- Kassel.* Verein für Naturkunde. — Abhandl. u. Ber., B. XLVII.
- Königsberg.* Physik.-ökonom. Gesellschaft. — Schriften. 42. Jahrgang.
- Lausanne.* Soc. vaudoise des sc. natur. — 1. Bull., 4^{me} sér., vol. XXXVII, 142; vol. XXXVIII, 143; — 2. Observ. météorolog. faites à la station du Champ-de-l'Air, ann. 1901.
- Lawrence* (U.-S.). Kansas University. — Bull., vol. II, 7 a. 8.
- Leipzig.* Zoologischer Anzeiger. — B. XXIII, 658; XXIV, 659-684.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique. — Annales, T. XXVIII, 4; XXIX, 1-3.
- Liestal.* Naturforsch. Gesellsch. Baselland. — Tätigkeitsbericht, 1900 u. 1901.
- Lille.* Soc. géolog. du Nord. — Annales, T. XXIX.
- Linz.* Ver. für Naturkunde in Oesterreich ob dem Enns. — XXXI. Jahresber.
- Lisbonne.* Aquarium Vasco da Gama. — Relatorio apresentado a sua Ex^a o ministro da marinha e ultramar sobre o estado d'este estabelecimento e a sua reorganização.
- Londres.* 1. Royal Society. — 1. Proceed., vol. LXIX, 453-458; LXX, 459-465; — 2. Rep. to the Malaria Committee, ser. 6 a. 7.
2. Zoolog. Soc. — 1. Transact., vol. XVI, 4-7; — 2. Proceed., 1901, vol. II, p. II; 1902, vol. I, p. I; vol. II, p. I; — 3. Index of the Proceed. 1891-1900.
- Lund.* Université royale. Acta, T. XXXVI.
- Luxembourg.* Soc. des naturalistes luxembourg. — Comptes rendus des séances, 11^{me} année.
- Lyon.* 1. Acad. des sc., belles-lettres et arts. — Mém. sc. et lettres, 3^{me} sér., T. VI.
2. Soc. Linnéenne. — Annales, T. XLVII et XLVIII.
3. Soc. d'agricult., science et industrie. — Annales, 7^{me} sér., T. VII et VIII.
- Madrid.* Observatorio de Madrid. — Observaciones meteorolog., 1898 y 1899.
- Manchester.* 1. Literary a. philosoph. Soc. — Mem. a. Proceed., vol. 46, p. II-V; 47, p. I.

2. Museum Owens College. — 1. Rep. of the Manchester Museum Owens College for the year 1902; — 2. Notes from the Manchester Museum, n° 8.
- Marseille.* Soc. de statistique. — Répertoire des travaux. T. 45, 1^{re} partie.
- Mexico.* 1. Soc. científ. « Antonio Alzate ». — Mem. y revista. T. XIII, 3 y 4; XV, 11 y 12; XVI, 1-3.
2. Instituto geolog. de México. — Bol., n° 15.
- Milan.* 1. Soc. italiana di sc. natur. e del Museo civico di storia natur. — Atti, vol. XXXVI, 3 e 4; XXXVII, 1-4; XXXIX, 2; XL, 2-4; XLI, 1 e 2.
2. R. Osservatorio di Brera. — Sull' escursione diurna della declinazione magnetica a Milano in relazione col periodo delle macchie solari.
- Milwaukee.* Wisconsin Natur. hist. Society. — Bull., vol. 2, n°s 1-3.
- Minneapolis.* Minnesota Acad. of natur. sciences. — Bull., vol. III, 3.
- Montevideo.* Museo nacional. — Anales, T. IV, entr. XXII.
- Montpellier.* Acad. des sc. et lettres. — 1. Mém.: sect. des sciences, 2^{me} sér., T. III, 1; — 2. Catalogue de la biblioth., 1^{re} part
- Moscou.* Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1902, 1 et 2.
- Mulhouse.* Soc. industrielle. — 1. Bull., 1901, 8-12; 1902, 1-6; — 2. Procès-verb. 1901, p. 159-213; 1902, 1-32, 49-113.
- Munich.* 1. K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. der Mathem. — physikal. Classe, 1901, IV; 1902, I.
2. Ornitholog. Verein München. — II. Jahresber.
- Nancy.* Soc. des sciences. — Bull., sér. III, T. II, 2 et 3.
- Nantes.* Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. — 1. Bull., T. 10, 4; 2^{me} sér., T. 1, 1-4; — 2. Table des matières des tomes I-X.
- Neuchâtel.* Soc. neuchâtel. de géogr. — Bull., T. XIV.
- New Haven.* Amer. Journal of sciences, 4th ser., vol. XIII, 73-78; XIV, 79-81.
- New York.* Acad. of sciences. — Annals, vol. XIV, I a. II.
- Nîmes.* Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., T. XXVIII.
- Orléans.* Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., 3^{me} sér., T. 1, 2.
- Ottawa.* 1. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a Transact., 2^d ser., vol. VII.

2. Geolog. Survey of Canada. — 1. Contribut. to Canadian palaeontology, vol. II, p. II; vol. IV, p. II; — 2. List of plants collected in the Klondike region in 1899 by Tyrrell; — 3. Catalogue of the marine invertebrata of eastern Canada.
- Palerme*. Soc. di scienze natur. ed economiche. — Giornale, vol. XXIII.
- Para*. Museu paraense de historia natural e ethnographia. — Boletim, nº 2, vol. III.
- Paris*. 1. Soc. zoolog. de France. — Bull., T. XXVI
2. Soc. géolog. de France. — Compte rendu des séances, ann. 1902, 1-8, 11-13, 15 et 16.
3. Feuille des jeunes naturalistes. — Nos 375-386.
- Philadelphie*. Acad. of natur. sc. — 1. Proceed., vol. LIII, p. II a. III; LIV, p. I; — 2. Journal, 2^d ser., vol. XI, p. 4.
- Pise*. Soc. toscana di sc. natur. — Atti: Proc. verb., vol. XII, fol. 230-266; XIII, fol. 1-39.
- Porrentruy*. Soc. jurassienne d'Emulation. — Actes, 2^{me} sér., vol. 8 et 9.
- Portland* (Maine). Soc. of. natur. history. — Proceed., vol. II, 5.
- Reims*. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., T. X, 2-4.
- Rochelle* (La). Soc. des sc. natur. de la Char.-Inférieure. — Annales de 1900, T. VII.
- Rome*. 1. Reale Accad. dei Lincei. — 1. Atti, ser. 5^a; Rendiconti, 1902, 1^o sem., vol. XI, 1-6, 8-12; 2^o sem., vol. XI, 1-4; — 2. Adunanza solenne del 1 giugno 1902.
2. Soc. zoologica italiana. — Boll., ann. IX, fasc. V e VI, ann. X, fasc. I-VI.
- Rouen*. Soc. de médecine. — Bull., 2^{me} sér., vol. 14.
- Saint-Dié*. Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 27^{me} année.
- Saint-Gall*. Naturw. Gesellschaft. — Ber., 1899-1900.
- Saint-Louis*. 1. Acad. of sciences. — Transact., vol. X, 9-11; XI, 1-5.
2. Missouri botanical garden. — 13th ann. Rep.
- Saint-Petersbourg*. Jardin botanique. — Acta, T. XIX, 1 et 2; XX.
- San Francisco*. California Acad. of sc. — 1. Proceed., 3th ser.; Botany, vol. II, 3-9; Zoology, vol. II, 7-11; III, 1-4; — 2. Occasion. papers, VIII.
- San-José*. Instituto fisico-geograf. de Costa-Rica. — Bolet., nos 13-18.
- Santiago*. Soc. scientif. du Chili. — Actes, T. XI, 2-5.

- Soleure.* Naturforsch. Gesellschaft. — 1. Mitteil., 1^{tes} Heft, 1899-1902 (XIII. Ber.); — 2. Denkschrift zur Eröffnung von Museum u. Saalbau der Stadt Solothurn.
- Stockholm.* Soc. entomolog. — Entomolog. Tidskrift, Arg. 22, H. 1-4.
- Sydney.* Royal Soc. of N.-S. Wales. — 1. Journ. a. Proceed., vol. XXXV; — 2. Abstract. of proceed., sept. to dec. 1901; may to august 1902.
- Trieste.* I. R. osservatorio astronom.-meteorolog. — Rapp. ann. per l'anno 1899, vol. XVI.
- Tromsø.* Museum. — 1. Aarsberetning for 1899, 1900; — 2. Aarshefter, 23.
- Urbana.* (Ill.) Illinois state laboratory of natur. hist. — Contents of the Bulletin, vol. VI, 1.
- Valparaiso.* Revista chilena de historia natural, anno V, nos 11 y 12; anno VI, nos 1 y 2.
- Vienne.* I. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber., 1900, Abtheil. I. B. CIX. 7-10; Abtheil. II^a, B. CIX. 8-10; CX. 1-3; Abtheil. II^b, B. CIX, 8-10; CX, 1; Abtheil. III, B. CIX, 8-10.
2. K. u. K. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1901, 15-18; 1902, 1 u. 2, 5-8; — 2. Jahrb. 1899, B. XLIX, 4; 1900, B. L. 1, 3 u. 4; 1901, B. LI, 1 u. 2; 1902, B. LII, 1; — 3. Abhandl., Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke, I. Band; — B. XVII, 5. Heft; B. XIX, 1. Heft.
 3. K. u. K. zoolog.-botan. Gesellschaft. — Verhandl., B. LI.
 4. K. u. K. Central-Anstalt für Meteorolog. u. Erdmagnetismus. — Jahrb., Neue Folge, B. XXXVI, 2, XXXVII u. XXXIX.
 5. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, B. XLI.
- Washington.* I. Smithsonian Institut — 1. Miscellan. collect., nos 1259, 1312-1314; vol. XLII a. XLIII; — 2. Ann. Report, June 30, 1900; — 3. 18th ann. Rep. of the Bureau of american Ethnology, 1896-97, part. II; — 4. Bureau of amer. Ethnology, Bull. 26.
2. U.-S. Nation. Museum. — 1. Proceed., vol. XXII; — 2. Bull., n^o 50.
 3. U.-S. Geolog. Survey. — 1. Bull., nos 177-190; 192-194; — 2. 21th ann. Rep., 1899-1900, part II-IV, part V a. VI (Maps), part VII; — 3. Reconnaissances in the Cape Nome a. Norton Bay regions, Alaska, in 1900; — 6. The geology a. mineral resources of a portion of the Copper river district, Alaska; — 7. Mineral resources of the U.-S. Calendar Year 1900.

4. U.-S. Naval Observatory. — 1. Rep. of the superintendent, June 30, 1901; — 2. Publicat., 2^d ser., vol. II.
5. Department of agricult. — 1. Yearbook of the United States, 1901; — 2. North american fauna, n^o 22.
- Winterthur*. Naturwissenschaftl. Gesellsch. — Mitteil., III. Heft.
- Würzburg*. Physikal.-Medicin. Gesellschaft — Sitzungsber., Jahrg. 1901.
- Zurich*. 1. Naturf. Gesellschaft. — 1. Vierteljahrschrift, 46. Jahrg., Heft 3 u. 4; 47. Jahrg., Heft 1 u. 2; — 2. Neu-jahrsblatt herausgegeben auf das Jahr 1902.
2. Physikalische Gesellschaft. — Mitteil., 1901, n^o 1.
3. Schweizer. meteorolog. Central-Anstalt. — Annalen, 1900.
- Zwickau*. Verein für Naturkunde. — Jahresber. 1899 u. 1900.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

- Dr Guébbard, Adrien*. 1. Les photographies des prétendus effluves humains, par J. Bossary; — 2. Quelques excursions dans les grottes des environs de Marseille, par Jules Ganet; — 3. Essai sur la spéléologie des Alpes-Maritimes, par J. Ganet; — 4. Sur les recoupements et étoilements de plis observés dans les Alpes-Maritimes, par Ad. Guébbard; — 5. Notes géolog. pour la feuille de Nice S.O. et confins, IV-IX, par le même; — 6. Notes sur le S.O. des Alpes-Maritimes, X et XI, par le même; — 7. Notes sur les Alpes-Maritimes, XII-XVII, par le même; — 8. Notes de géologie varoise, par le même; — 9. Les problèmes tectoniques de la commune d'Escragnolles (A.-M.), par le même; — 10. Sur un gisement de végétaux tertiaires du S.O. de la Provence, par A. Guébbard.
- Dr Omboni, G.* Appendice alla nota sui denti di *Lophiodon* del Bolca.
- Dr St-Lager*. 1. La perfidie des synonymes dévoilée à propos d'un *Astragale*; — 2. Histoire de l'*Abrotonum*.

TABLES DES MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XXX

	Pages
<i>A. Spahr.</i> — Des thiocyanates d'aryles et de leur action sur l'acide thioacétique et le sulfhydrate d'éthyle, et du thiocyanate d'acétyle	3
<i>J. Jeanpretre.</i> — Influence du soufre sur la fermentation alcoolique	52
<i>H. Spinner.</i> — L'anatomie foliaire des <i>Carex</i> suisses .	65
<i>J. Jacot-Guillarmod.</i> — Les forêts des côtes de Chaumont et le danger qui les menace	181
<i>H. Schardt et Aug. Dubois.</i> — Description géologique de la région des gorges de l'Areuse.	195
<i>F. Borel.</i> — Quelques mots sur la Fabrique de câbles de Cortaillod	353
<i>G. Ritter.</i> — Sur la disparition des falaises de la rive sud du lac de Neuchâtel	362
<i>R. Weber.</i> — Appareil montrant les modifications du courant alternatif.	368
<i>G. Ritter.</i> — Observations et particularités techniques, géologiques et hydrologiques relatives à l'établissement du grand barrage de la Sarine, à Fribourg. .	374
<i>H. Schardt.</i> — Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes	404
<i>F. Tripet.</i> — Lettres inédites de Léo Lesquereux . .	436
<i>P. Godet.</i> — L'Ocapi (<i>Okapia Johnstonii</i> , R. L.) . .	452
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la Commission d'inspection pour l'année 1901. <i>L. Arndt.</i> Appendice I.	
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel au Département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1901. <i>L. Arndt.</i> Appendice II	
Procès-verbal de la 46 ^{me} séance de la Commission géodésique suisse, tenue au Palais fédéral à Berne le 19 avril 1902. <i>R. Gautier.</i> Appendice III.	

TABLE DES MATIÈRES

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du bureau pour 1901-1903	458
Réception de nouveaux membres 458, 464, 466, 469, 475, 480, 491, 507, 521	
Locaux accordés par la Commune de Neuchâtel à la Société pour l'installation de sa bibliothèque . . .	459
Décision sur le mode de convocation des séances. . .	463
Le jubilé de Berthelot	464, 465
Don pour l'érection d'un monument à Albert de Haller 465, 480, 485	
Nomination de MM. Ch. Philippin et F. Conne comme vérificateurs des comptes pour 1901-1903	468
Comptes de l'exercice 1901, arrêtés au 31 décembre 469.	470
Démission de membres effectifs	472
Adresse présentée à M. le prof. <i>Louis Farre</i> à l'occa- sion de son 80 ^{me} anniversaire.	483
Nomination de M. <i>Louis Farre</i> comme président d'hon- neur de la Société et réponse de M. Favre 485, 490, 491	
Délégation aux séances générales des sociétés bernoise et vaudoise des sciences naturelles	497
Fixation du lieu de la séance publique et programme des travaux	497
Distinction conférée à M. le Dr Ed. Cornaz par le minis- tère de l'intérieur de France, pour son travail sur la vaccination des malades	497
Discours d'ouverture de la séance publique de Boudry, par le président	501
Nomination de deux délégués à la séance administrative de la Société helvétique des sciences naturelles à Genève.	507
Liste des ouvrages reçus par la Société du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 1902	509

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE

	Pages
Sur l'étoile nouvelle de la constellation de Persée. <i>L. Arndt</i>	488

2. MÉTÉOROLOGIE

Données hydrologiques pour 1901. <i>S. de Perrot</i> . . .	477
--	-----

3. PHYSIQUE

Appareil montrant les modifications du courant alternatif. <i>R. Weber</i>	464
Sur un ampèremètre à courant maxima. <i>Alf. Bellenot</i> .	466
Sur la propagation des ondes électriques. <i>F. Rufener</i> .	493

4. CHIMIE

Influence du soufre sur la fermentation alcoolique. <i>J. Jeanprêtre</i>	468
Nouveau procédé de fabrication de l'acide sulfurique par la méthode de contact. <i>H. Rivier</i>	470
Sur l'unité de la matière. <i>Alfred Berthoud</i>	472
Le cyanate de benzoyle et l'anhydride benzène-sulfonique. <i>O. Billeter fils</i>	495

5. GÉOLOGIE

Quelques détails complémentaires sur l'éboulement du glacier de Rossboden, Simplon. <i>H. Schardt</i> . . .	464
Explications géologiques sur la vallée des Ponts. <i>H. Schardt</i>	467
Sur la géologie du Simplon et les venues d'eau à l'attaque sud. <i>H. Schardt</i>	480
Sur la disparition des falaises de la rive sud du lac de Neuchâtel. <i>G. Ritter</i>	500
Description géologique de la région des gorges de l'Areuse. <i>H. Schardt</i>	507
Découverte d'un pli-faïlle à la Vue-des-Alpes. <i>H. Schardt</i>	508

6. BOTANIQUE

	Pages
Les forêts des côtes de Chaumont et le danger qui les menace. <i>Joseph Jacot-Guillarmod</i>	468
Trois faits de tératologie végétale. <i>Ed. Cornaz</i>	474
Essai de naturalisation du <i>Trapa natans</i> (châtaigne d'eau). <i>F. Tripet</i>	482
Cas de tératologie chez <i>Anemone hortensis</i> . <i>F. Tripet</i>	490
Exemplaires tératologiques d' <i>Anemone nemorosa</i> . <i>H. Spinner</i>	492
Sur la méthode anatomique en classification végétale avec application à l'anatomie foliaire des <i>Carex</i> suisses. <i>H. Spinner</i>	492
Petites notices botaniques. <i>Ed. Cornaz</i>	498
Découverte de l' <i>Asperula arvensis</i> à Chambrelieu. <i>F. Tripet</i>	501
Lettres inédites de Léo Lesquereux. <i>F. Tripet</i>	507
L' <i>Erysimum strictum</i> . Fl. der Wett., retrouvé dans les éboulis du Creux-du-Van. <i>F. Tripet</i>	507

7. ZOOLOGIE

Sur l'Ocapi. <i>Paul Godet</i>	465
Sur quelques Cestodes nouveaux. <i>O. Fuhrmann</i>	470
Vol de courlis observé sur les bords du lac pendant l'hiver. <i>M. de Pourtalès</i>	475
Sur les maladies des bondelles. <i>O. Fuhrmann</i>	476
Observation de <i>M. Béraneck</i>	476
Caractères différentiels des bondelles et des palées. <i>Paul Godet et Alfred Borel</i>	477
Expédition aux îles Maldives pour l'étude de la formation des récifs de coraux. <i>Alex. Agassiz</i>	478
Sur quelques échinorhynques d'oiseaux. <i>L. de Murrat</i>	493

8. HYGIÈNE ET MÉDECINE

Les blessures oculaires au point de vue médico-légal. <i>G. Borel</i>	459
Observations des D ^{rs} W. de Coulon, Etienne, Ch. Roulet et <i>G. Sandoz</i>	463
Falsifications et altérations de denrées alimentaires constatées en 1901 au Laboratoire cantonal. <i>F. Conne</i>	473

	Pages
Démonstration de l'hématospectroscope d'Hénocque. <i>Jules Jacot-Guillarmod</i>	478
Etudes récentes sur les venins des serpents et sur les moyens curatifs à employer contre leurs effets toxiques. <i>F. Béguin</i>	485
Discussion: MM. <i>H. Rivier, G. Sandoz, Bauer, Tripet,</i> <i>W. de Coulon, S. de Perrot</i>	486-488

9. DIVERS

Essais de coloration de la Noiraigue avec la fluorescéine. <i>Aug. Dubois</i>	466
Observations et particularités relatives à l'établissement du grand barrage de la Sarine. <i>G. Ritter</i>	491
Influence de la correction des eaux du Jura sur le ni- veau du lac de Neuchâtel. <i>S. de Perrot</i>	495
La fabrique de câbles de Cortaillod. <i>F. Borel</i>	508

ERRATUM

Page 407. intercaler après le troisième paragraphe du procès-verbal de la séance du 6 juin 1902 l'alinéa suivant :

M. le Dr EDOUARD ROBERT-TISSOT, à La Chaux-de-Fonds, est reçu à l'unanimité membre de la Société.





RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL

DE NEUCHÂTEL

A LA

COMMISSION D'INSPECTION

POUR

L'ANNÉE 1901

SUIVI DU

RAPPORT SPÉCIAL

SUR LE

Concours des Chronomètres observés en 1901



LA CHAUX-DE-FONDS

E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE

1902



RAPPORT

DU

Directeur de l'Observatoire cantonal

A LA

COMMISSION D'INSPECTION

SUR

L'EXERCICE DE 1901



Monsieur le Président et Messieurs,

L'année 1901 est marquée dans les annales de notre Observatoire par un triste événement. L'impitoyable mort nous a enlevé une personne que vous aviez l'habitude de voir parmi vous dans ces réunions. En ma qualité de successeur du regretté A. Hirsch, je saisis cette occasion pour rendre un dernier hommage à celui qui jusqu'à ses derniers jours a montré un dévouement continu à l'établissement qu'il a dirigé dès sa fondation en 1859.

Monsieur Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève et Monsieur Legrandroy, professeur à Neuchâtel ayant déjà publié des notices nécrologiques de

A. Hirsch, il ne me reste qu'à exprimer ma profonde reconnaissance pour l'acte généreux par lequel le défunt a témoigné son attachement à sa patrie adoptive. Reconnaisant la nécessité de développer et d'agrandir l'Observatoire, mais ne pouvant demander d'un petit pays d'augmenter encore davantage les sacrifices pour cet établissement scientifique, A. Hirsch a légué à l'Etat toute sa fortune en indiquant à grands traits la manière dont elle devait être utilisée. Dans son testament Monsieur Hirsch prévoit la construction d'une lunette équatoriale de 330 mm. d'ouverture avec appareils spectroscopiques qui permettra de prendre une part active aux travaux et aux recherches astrophysiques. Il serait à désirer que les intentions du défunt fussent réalisées aussitôt que possible afin que des travaux purement scientifiques puissent être exécutés sans trop tarder à notre Observatoire cantonal.

Le développement de la section scientifique ne portera pas préjudice au service chronométrique et n'en fera pas une branche secondaire dans le programme des travaux de l'établissement. Les observations astronomiques doivent habituer l'observateur à apporter les mêmes soins minutieux aux observations des chronomètres et lui permettre de varier ses occupations quotidiennes.

Si la générosité de feu M. Hirsch nous permet d'étendre notre sphère d'activité à des travaux scientifiques, l'intérêt bienveillant de nos autorités auxquelles j'adresse tous mes remerciements, a garanti l'existence de l'Observatoire qui était fort compromise

par la construction projetée de grandes maisons dans son voisinage. En votant une somme considérable pour l'achat des terrains avoisinants, le Grand Conseil nous a donné la possibilité de tirer de larges profits du don de Monsieur le Dr Hirsch.

Bâtiments.

En ce qui concerne les bâtiments, la chose la plus urgente serait de refaire la toiture de l'Observatoire. L'état du toit est tel que les réparations des dernières années n'ont pu empêcher la pluie de pénétrer par de petites fissures qui se sont nouvellement formées dans la couverture en asphalte, et de mettre ainsi en danger notre instrument méridien et les pendules installées dans la salle des chronomètres. On pourrait en même temps élargir l'ouverture de la salle méridienne, trop étroite par rapport à la hauteur de cette salle.

La maison du concierge-mécanicien a été terminée au commencement de l'année 1901 de sorte que Monsieur Studer a pu s'y installer avec son ménage dans le courant du mois d'avril de la même année. Quant à son ancien logement il serait désirable qu'on le transformât, d'abord pour donner à l'Observatoire une meilleure entrée que celle qu'il a actuellement, et pour pouvoir utiliser les locaux d'une manière plus rationnelle.

Comme vous l'avez vu, j'ai installé provisoirement dans une petite pièce de cette annexe les étuves pour les épreuves thermiques. Pendant l'hiver où la température du local est restée assez constante, ces étuves ont bien fonctionné. Mais aussitôt que la température

extérieure s'élève, il devient très difficile de maintenir dans les étuves les différentes températures prévues par le règlement pour les observations des chronomètres.

Il sera donc absolument nécessaire d'installer ces appareils dans un autre local ou de transformer le local actuel qui est exposé pendant une demi-journée au grand soleil, afin d'abriter les compartiments à basses températures contre la chaleur de l'été.

En outre la Commission serait bien aimable de s'occuper du logement du Directeur, absolument insuffisant pour une famille de cinq personnes.

Instruments.

J'ai le plaisir de vous annoncer que les transformations faites d'après mes indications à notre lunette équatoriale de 162 mm. seront terminées dans trois ou quatre semaines. La Société genevoise pour la construction d'instruments de physique à Genève s'est chargée de ces transformations suivant le devis que j'ai eu l'honneur de vous soumettre l'année dernière. J'espère donc pouvoir commencer les observations avec cet instrument dans le courant de juillet. Pour faciliter ces observations et surtout les déterminations des erreurs instrumentales, il serait agréable d'avoir à sa disposition un petit moteur électrique qui permettrait de tourner rapidement la coupole, épargnant ainsi à l'observateur la peine d'exécuter ce travail fatigant.

J'ai profité de l'absence de l'instrument pour faire réparer la coupole et le mécanisme servant à ouvrir la fente.

L'instrument méridien avec lequel nous faisons les déterminations de l'heure est encore en bon état en ce qui concerne les parties optiques. Quant aux autres parties de l'instrument il y aurait bien des modifications à y apporter si l'on veut faire des observations d'une certaine valeur. La stabilité de l'instrument pendant la détermination de l'heure laisse parfois à désirer et amène dans les observations des erreurs qui échappent à l'observateur, mais qui se font sentir dans les marches diurnes de nos pendules de précision.

L'erreur de collimation de la lunette méridienne est toujours remarquablement constante, de sorte qu'il suffit de la déterminer tous les quinze jours.

L'inclinaison de l'axe de rotation contre l'horizon a continué son mouvement dans le sens négatif, c'est-à-dire l'extrémité ouest de cet axe s'abaisse continuellement.

Il en est de même de ce curieux mouvement annuel en azimut. Cet intéressant phénomène a conservé son allure générale et les valeurs numériques sont à peu de chose près restées les mêmes.

La période de ce mouvement correspond à peu près à la période annuelle de la température.

Pour mieux suivre la marche de la température du sol et surtout celle de la base des piliers j'ai fait percer des trous dans le roc et j'y ai installé à une profondeur de 1 mètre et 1 mètre 50 des thermomètres dont on fait la lecture aussi souvent que possible. Ces thermomètres sont distribués à une distance égale au nord et au sud de la lunette méridienne.

Les horloges de l'Observatoire sont encore en bon état. La pendule Hipp qui compte certainement parmi les meilleures pendules électriques nous rend d'excellents services. Ses marches diurnes sont, souvent pendant des semaines, d'une constance remarquable; mais il arrive aussi que la pendule change brusquement sa marche sans qu'il soit possible de trouver une explication de ces variations. Ces changements imprévus de marche peuvent, pendant les époques de mauvais temps, occasionner des erreurs dans les signaux de l'heure que l'Observatoire transmet aux différentes stations. Pour éviter ces erreurs et pour mieux garantir l'exactitude des signaux, l'acquisition d'une nouvelle pendule était devenue nécessaire. La Commission a bien voulu appuyer ma demande de procurer à l'Observatoire une horloge astronomique à poids de Riefler à Munich. Cette pendule, munie d'un contact d'enregistrement et marchant aussi sous pression constante, est installée depuis quelques semaines, dans la salle des chronomètres. D'après les résultats obtenus jusqu'à présent sa marche est très régulière de sorte qu'il nous sera possible de constater, si les changements de marche de la pendule de Hipp sont dûs à des causes extérieures ou s'il faut les chercher dans le mécanisme même. La vieille pendule électrique de Shephard qui a servi à la transmission de l'heure pendant 40 ans, a encore fonctionné en 1901; mais ce n'a été que grâce à une surveillance continuelle que les signaux de l'heure ont pu régulièrement partir. Pour la remplacer Monsieur David Perret, fabricant d'horlogerie à Neuchâtel, a fait don

à l'Observatoire d'une pendule astronomique de son système. Cette pendule observée pendant six semaines a donné de très bons résultats de sorte qu'on peut féliciter Monsieur Perret et Monsieur Charles Rosat du Locle qui a exécuté les parties délicates du mouvement. Je me permets de réitérer à M. Perret mes remerciements pour ce beau cadeau en exprimant l'espoir que la fabrication des pendules astronomiques deviendra une branche importante de notre industrie neuchâteloise. Les trois autres horloges de l'Observatoire qui, en comparaison avec ces trois pendules mentionnées, sont maintenant devenues de second ordre, ont conservé à peu près leurs marches habituelles.

Le vieux chronographe à cylindre de Hipp a été remplacé pendant l'exercice 1901 par un nouveau à pointes sèches. Cet appareil qui marque les secondes et les signaux par de petits trous percés dans une bande de papier, a été construit par la maison Peyer, Favarger & Cie à Neuchâtel et fonctionne à mon entière satisfaction. Sa marche, réglée par un ressort vibrant, est très régulière.

Par suite de fréquentes perturbations dans les fils électriques de l'Observatoire j'ai été obligé de les remplacer ainsi que le câble passant par la cave pour rejoindre les fils télégraphiques. Le nouveau câble entre directement dans la salle au travers du mur.

Les appareils protecteurs, installés dans la même salle, ne sont plus exposés à l'humidité, de sorte que des perturbations provenant d'une installation défectueuse de ces appareils ne sont plus à craindre pour

la transmission du signal de l'heure et pour le service télégraphique entre Neuchâtel et Berne.

La transmission de l'heure s'est effectuée pendant l'année 1901 d'une manière régulière. Le signal a pu partir tous les jours.

Le tableau suivant vous donne le nombre de jours où le signal n'est pas arrivé aux différentes stations pendant 1901.

Neuchâtel 1. La Chaux-de-Fonds 2. Le Locle 6. Les Brenets 16. Les Ponts 12. Fleurier 4. Ste-Croix 18. Le Sentier 42. Le Brassus 25. Bienne 24. St-Imier 13. Berne 2.

C'est-à-dire qu'en moyenne 3.8 %, des signaux ne sont pas arrivés. Ce chiffre est encore assez élevé, surtout en ce qui concerne les stations vaudoises; mais par rapport aux années précédentes il y a pourtant une amélioration sensible à constater. Cette amélioration provient du fait que la Direction des télégraphes à Berne a maintenant fait exclure tous les bureaux intermédiaires.

Dans un grand nombre de cas la communication avec l'Observatoire a été interrompue par inattention, par suite des travaux aux fils téléphoniques.

Au mois de novembre, j'ai visité les stations de Ste-Croix. Le Sentier et Le Brassus pour me rendre compte de l'état des appareils. J'ai transmis dans mes rapports mensuels à M. le Chef du Département de l'Instruction publique le résultat de cette visite. J'ajoute ici qu'il faudrait dans le courant de l'année vérifier dans toutes les stations, les résistances supplé-

mentaires et faire examiner et nettoyer les pendules à coïncidence.

En ce qui concerne le service chronométrique, branche principale dans le programme des travaux de notre Observatoire, j'ai remis au mois de février dernier au Département de l'Industrie le rapport spécial sur le concours de chronomètres observés pendant 1901.

Comme ce rapport est déjà imprimé je n'ai plus besoin d'y revenir. Je le complète cependant en ajoutant que M. David Perret a fait observer pendant 1901 deux pendules de son système. Les variations de leurs marches diurnes étaient $\pm 0^s,07$ et $\pm 0^s,26$. Ce résultat est d'autant plus réjouissant qu'il s'agit dans ce cas de simples pendules d'appartement.

Les observations des chronomètres pendant l'exercice 1901 ont été encore faites d'après le règlement de 1875 modifié en 1895.

Le 1^{er} janvier 1902 un nouveau règlement, élaboré par une commission spéciale, est entré en vigueur après avoir obtenu la sanction du Conseil d'Etat le 27 décembre 1901.

Dans ce règlement j'ai introduit pour les chronomètres de marine et pour les chronomètres de bord des épreuves thermiques par périodes aux températures de 32°, 25°, 18°, 11° et 4°. Pour satisfaire à ces conditions j'ai construit un appareil spécial qui contient un compartiment pour chacune des températures indiquées. Celui de 4° est construit entièrement en zinc avec doubles parois pour éviter la transpiration et pour égaliser la température dans son intérieur. Il

est protégé contre la variation de la température du local par des couches en feutre épais et par de la sciure. Six kilos de glace par jour suffisent pour maintenir la température à 4°.

Le même réservoir de glace sert en même temps à produire dans le second compartiment une température de 10° environ; une lampe électrique commandée par un thermomètre-régulateur à mercure construit d'après mes indications élève cette température à 11°. Quand la température est en dessous de 11°, la lampe est en fonction. Elle s'éteint au moment où le thermomètre indique 11°.

Le troisième compartiment, celui de 18°, est indépendant des autres. Quand la température du local est en dessous de 18°, une petite flamme à gaz chauffe un réservoir d'air entouré de terre réfractaire. L'air chaud se répand dans l'intérieur du compartiment et peut sortir par une ouverture dans son plafond.

S'il arrive que la température du local est en dessus de 18°, on peut abaisser la température du compartiment par de l'eau froide dans un réservoir entourant le compartiment.

La même flamme à gaz chauffe un réservoir d'eau pour le quatrième compartiment de 25° qui est en communication avec le cinquième, celui de 32°. Le réservoir d'eau de ce dernier est chauffé par deux « micro-brûleurs ». L'arrangement intérieur des compartiments est tel que la température respective est la même dans toutes les parties du compartiment. Des expériences avec un thermomètre-enregistreur de Richard ont montré que les températures dans ces

différents compartiments ne variaient que de quelques dixièmes de degré pendant quatre jours. Mais la condition *sine qua non* est que la température du local ne diffère pas plus que 2° par jour de la température pour laquelle l'appareil est réglé. Si cette condition est remplie, une surveillance continuelle n'est pas nécessaire. L'appareil a bien fonctionné sans interruption depuis sept mois, c'est-à-dire depuis son installation.

Les observations météorologiques ont été régulièrement faites par Monsieur Studer d'après le programme que le bureau météorologique central à Zurich a établi pour les stations de second ordre. Malheureusement le personnel de l'Observatoire n'est pas assez nombreux pour permettre un élargissement de ce programme. Cependant il y a été ajouté une série d'observations nouvelles qui ne chargent pas trop les observateurs et qui peuvent être très utiles pour l'étude de la circulation de l'humidité dans l'atmosphère si l'on fait des observations correspondantes à une où plusieurs stations éloignées. Ces observations sont celles des nuages, de leur forme et de leur mouvement et, s'il est possible, de leur hauteur. Pour faire connaître toutes ces observations, il serait à désirer que l'Observatoire puisse en publier les résultats.

Les réductions des observations météorologiques de l'année passée sont déjà faites et sont préparées pour l'impression.

Nous avons installé au mois de novembre un nouveau baromètre dans la salle des chronomètres, de nouveaux thermomètres normaux, ainsi qu'une nouvelle

girouette que Monsieur Billwiller, directeur du bureau météorologique central, a bien voulu nous remettre gratuitement.

En outre l'Observatoire est doté d'un thermomètre-enregistreur de Richard et d'un héliographe permettant de mesurer la durée d'insolation.

Quant à la station météorologique de Chaumont, j'ai le regret de vous annoncer que la Société neuchâteloise des Sciences naturelles ne peut plus, par suite de l'augmentation de ses dépenses pour l'impression du bulletin, continuer à supporter les frais de subvention.

Dans l'intérêt de la science météorologique je vous serais reconnaissant si vous vouliez bien introduire cette subvention dans le budget de l'Observatoire.

Les déterminations de l'heure ont été faites d'une manière régulière. Le Directeur en a fait 75 et l'aide-astronome 38, donc en tout 113. Toutefois ce chiffre n'atteint pas celui des années précédentes et surtout pendant les époques de mauvais temps; cela provient du fait que l'aide-astronome étant obligé pour le moment d'habiter hors de l'Observatoire, n'est pas toujours sur place au moment des éclaircies.

Le passage du soleil au méridien a été observé pendant 133 jours. Ces observations régulièrement faites depuis une quarantaine d'années, ont une grande valeur pour la détermination des positions absolues des étoiles. Aussi l'Observatoire a commencé les travaux nécessaires et les calculs pour la publication de ces observations.

La bibliothèque s'est accrûe pendant 1901 de 750

brochures et ouvrages provenant en partie du don que nous a fait Monsieur le Dr Hirsch, et d'envois d'institutions scientifiques. Pendant le courant des dernières années les ouvrages brochés se sont tellement accumulés que le budget de la bibliothèque ne suffit plus pour les faire relier. Je demande à la Commission de bien vouloir préaviser favorablement pour une augmentation du crédit destiné à la bibliothèque. et cela dès 1903.

Monsieur Studer, concierge-mécanicien, a continué à remplir en toute fidélité ses fonctions, et nous continuons à solliciter en sa faveur une augmentation de traitement. Monsieur Neuweiler, de Muri, élève du Polytechnikum de Zurich, a rempli les fonctions d'aide-astronome à partir du 1^{er} septembre 1901.

Neuchâtel, mai 1902.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal:

Dr L. Arndt.



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL

DE NEUCHÂTEL

AU

Département de l'Industrie et de l'Agriculture

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS

PENDANT L'ANNÉE 1901



LA CHAUX-DE-FONDS

E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE

1902



RAPPORT

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1901

A

L'OBSERVATOIRE CANTONAL DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT

Conformément au règlement, j'ai l'honneur de vous soumettre le rapport annuel sur les chronomètres observés pendant l'exercice 1901.

Mais avant d'entrer dans les détails de ce rapport, permettez-moi de rendre hommage à mon prédécesseur qui, pendant 42 ans, c'est-à-dire dès la fondation de l'Observatoire, a dirigé cet établissement scientifique. Après l'avoir organisé selon le but que ses fondateurs avaient prévu, A. Hirsch n'a pas cessé pendant toute sa vie de mettre ses riches expériences à la disposition des fabricants de chronomètres de notre pays. Ses relations internationales faisaient connaître et apprécier dans le monde entier les bulletins de marche des pièces de précision observées à l'Observatoire de Neuchâtel, de sorte que le nom de A. Hirsch restera toujours lié au développement de l'industrie horlogère neuchâteloise.

L'année 1901 étant la dernière année pendant laquelle les observations des chronomètres ont été faites sous le régime de l'ancien règlement, je vous rendrai compte des résultats de ces observations de la même façon et sous le même ordre qu'auparavant afin de compléter les données statistiques des années précédentes.

Le nombre total des chronomètres présentés à l'Observatoire pendant le dernier exercice est de 289. Ce nombre est, il est vrai, inférieur à celui de l'année précédente (409), mais il serait imprudent de vouloir en déduire une baisse quelconque dans notre industrie horlogère. Nous pouvons constater le même phénomène après l'exposition universelle de Paris en 1889 et après l'exposition nationale de Genève en 1896. En 1890 on remarque une diminution de 181 pièces et en 1897 le nombre des chronomètres observés a diminué de 125 pièces. Ce phénomène s'explique en grande partie par le fait que, pendant une exposition générale, beaucoup de visiteurs y achètent des chronomètres avec bulletins de marche qui ne figurent plus dans la commande de l'année qui suit celle d'une exposition.

Mais si la quantité des chronomètres observés en 1901 n'atteint pas les chiffres des dernières années, leur qualité dépasse à tous les égards les résultats des années précédentes.

C'est grâce à quelques maisons du Locle et de La Chaux-de-Fonds qui ont envoyé à l'Observatoire de vrais chefs-d'œuvre de l'art horloger, que le beau résultat de cette année a été obtenu.

Il est regrettable que les dispositions de l'ancien

règlement n'aient pas permis d'établir une statistique comparative des résultats obtenus avec ceux des autres Observatoires. Le nouveau règlement a rempli cette lacune et nous sommes persuadé d'après les résultats obtenus jusqu'à présent que, dans un concours international, les fabricants et régleurs neuchâtelois ne seront pas les derniers.

Parmi les 289 chronomètres déposés, il y en a 233 (80,6%) qui ont reçu des bulletins de marche et 35 (12,1%) qui ont été renvoyés sans bulletins n'ayant pas satisfait aux exigences du règlement.

Si l'on considère les différentes causes qui ont exigé le renvoi de ces pièces, on constate de nouveau que la principale est la trop forte variation diurne dépassant $\pm 2^s,1$; c'est le cas pour 26 chronomètres. Le réglage de la marche diurne au temps moyen n'a dépassé cette fois la limite de 10^s que pour 6 pièces. Le réglage de la compensation n'a dépassé la limite réglementaire ($\pm 0^s,50$) que pour 1 chronomètre et 2 pièces se sont arrêtées, pendant les épreuves, sans cause connue.

Quant à la répartition des échecs aux différentes classes, on trouve

5 pièces de la classe B.				
15	»	»	»	C.
15	»	»	»	D.

En outre 21 chronomètres (7,3%) ont été retirés par leurs fabricants avant la fin des épreuves sans avoir dépassé les limites stipulées par le règlement.

Le tableau statistique suivant indique le nombre des pièces déposées et des bulletins délivrés ainsi

que le % des chronomètres renvoyés sans bulletins.

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1881	270	228	13 %
1882	306	234	20
1883	503	383	22
1884	346	269	19
1885	459	326	25
1886	324	237	24
1887	341	238	25
1888	346	262	19
1889	471	335	27
1890	290	201	23
1891	306	213	24
1892	300	219	18
1893	269	206	16
1894	247	194	15
1895	306	255	11
1896	529	413	18
1897	404	303	19
1898	469	389	10
1899	492	421	8
1900	409	346	11
1901	289	233	12

Les chronomètres déposés se répartissent pour les différentes localités de la manière suivante:

<i>Le Locle</i>	a envoyé	128 chronom.	=	44,3 %
<i>La Chaux-de-Fonds</i>	»	112	»	= 38,7 »
<i>Les Brenets</i>	»	10	»	= 3,5 »
<i>Neuchâtel</i>	»	8	»	= 2,8 »
<i>Les Ponts</i>	»	4	»	= 1,4 »
<i>Fleurier</i>	»	1	»	= 0,3 »
Canton de Neuchâtel		263 chronom.	=	91,0 %
<i>Genève</i>	a envoyé	11 chronom.	=	3,8 %
<i>Le Brassus</i>	»	8	»	= 2,8 »
<i>Bienne</i>	»	5	»	= 1,7 »
<i>St-Imier</i>	»	1	»	= 0,34»
<i>Schaffhouse</i>	»	1	»	= 0,34»
Autres cantons		26 chronom.	=	9,0 %
Total		289 chronom.	=	100 %

On voit dans ce tableau que les deux centres d'horlogerie Le Locle et La Chaux-de-Fonds sont représentés par 83⁰/₁₀₀ et le canton de Neuchâtel par 91⁰/₁₀₀ de l'ensemble des montres déposées. La représentation des autres cantons a diminué de nouveau cette année-ci. En 1899 ils avaient envoyé 30,9⁰/₁₀₀ du total, en 1900 19,3⁰/₁₀₀ et en 1901 ce chiffre est tombé à 9,0⁰/₁₀₀.

Quant à la répartition des chronomètres dans les quatre classes il se trouve que la proportion est restée à peu de chose près la même que l'année dernière, de sorte que les trois classes de chronomètres de poche participent d'une manière presque égale à la diminution du nombre total de l'année 1901. Mais par rapport à la moyenne des 13 dernières années, on

constate que le nombre des chronomètres de la classe C dépasse la moyenne de $12\frac{6}{10}$, tandis que les montres de la classe D sont de $12\frac{6}{10}$ moins nombreuses. Quoique celle-ci constitue encore plus d'un tiers de l'ensemble des chronomètres observés, le nouveau règlement ne maintient que provisoirement et à titre transitoire une troisième classe de chronomètres de poche. Cette classe sera supprimée dès que les autres Observatoires ayant un service chronométrique permanent, la retrancheront de leur programme. Par cette décision la commission du règlement pour l'observation des chronomètres à l'Observatoire de Neuchâtel a tenu compte du vœu exprimé au Congrès international de chronométrie à Paris en 1900 que, dorénavant, les Observatoires astronomiques ne s'occuperaient que de deux classes d'épreuves.

Voici le tableau comparatif qui embrasse les années de 1888 à 1901.

Répartition des chronomètres dans les quatre classes.

CLASSES	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	Moyenne annuelle 1888-1900	1901	0/ %
<i>A. Chronomètres de marine</i>	12	5	10	6	7	10	6	4	7	8	2	6	6	2,37%	10	4,3
<i>B. Chronomètres de poche, observés pendant 6 se- maines, en 5 positions</i>	42	54	39	19	26	20	19	27	81	57	48	162	64	17,51%	36	15,4
<i>C. Chronomètres de poche, observés pendant 1 mois, en 2 positions</i>	61	93	64	66	65	83	78	63	143	119	91	87	158	31,17%	98	42,1
<i>D. Chronomètres de poche, observés pendant 15 jours, au plat, à la tem- pérature ambiante . .</i>	147	183	88	122	121	93	91	161	182	119	248	166	118	48,95%	89	38,2
Total . . .	262	335	201	213	219	206	194	255	413	303	389	421	346	100 0/ %	233	100%

En ce qui concerne la qualité des chronomètres observés, j'ai établi le petit tableau suivant qui donne la variation diurne moyenne d'après les différentes classes :

Classe A	$\pm 0^s,11$
» B	$\pm 0,40$
» C	$\pm 0,52$
» D	$\pm 0,61$

Moyenne de l'année $\pm 0^s,517$

En comparant la moyenne de l'année 1901 ($\pm 0^s,52$) avec celles de 1900 ($\pm 0^s,61$) et de 1899 ($\pm 0^s,57$) on peut constater un progrès notable. La variation diurne donne, il est vrai, une mesure pour la régularité de la marche dans une même position, mais elle ne rend pas compte d'une manière générale de la qualité des chronomètres. Pour cela il faut aussi considérer la compensation et les variations des marches dans les différentes positions. En tenant compte de tous ces éléments et en prenant pour base les conditions fixées pour les prix, il y a, cette année-ci un fait réjouissant à constater, à savoir que non seulement les dix pièces *marine*, mais même 50% de la classe B et 41% de la classe C remplissent largement les conditions exigées pour les prix.

Ce fait prouve que les fabricants et les régleurs de notre canton travaillent avec persévérance et avec succès au perfectionnement de leurs produits horlogers.

Quant aux chronomètres de *marine* ils ont maintenu les moyennes de l'année 1900, comme on peut le voir dans le tableau suivant :

Chronomètres de marine	Variation diurne moyenne	Variation pour 1°	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0 ,15	0 ,042	0 ,84
1889	0 ,14	0 ,032	0 ,72
1890	0 ,12	0 ,059	0 ,75
1891	0 ,12 ₅	0 ,030	0 ,67
1892	0 ,14	0 ,047	0 ,80
1893	0 ,13	0 ,028	0 ,70
1894	0 ,13	0 ,035	0 ,34 ₅
1895	0 ,12	0 ,048	0 ,43 ₅
1896	0 ,11	0 ,053	0 ,69
1897	0 ,12	0 ,047 ₅	0 ,55
1898	0 ,09	0 ,030	0 ,19
1899	0 ,12	0 ,034	0 ,65
1900	0 ,09	0 ,033	0 ,39
1901	0 ,10	0 ,032	0 ,38 ₅

L'écart moyen de proportionnalité pour les températures moyennes est de $\pm 0^s,30$ et la différence de marche avant et après l'épreuve thermique est en moyenne de $\pm 0^s,48$.

Parmi les dix chronomètres de marine il y en a quatre qui sont munis de mécanismes à enregistrement électrique ; nous avons pu constater par les observations que la marche de ces chronomètres ne subit pas, ou très peu, de changement après un fonctionnement de ce mécanisme, car la différence entre les marches avec et sans courant d'enregistrement est en moyenne de $\pm 0^s,11$, quantité qui reste dans la limite de la variation diurne moyenne.

Deux de ces montres marines ont des spiraux en palladium et huit sont pourvues de balanciers Guillaume. Pour ces deux catégories il ne s'est montré

ni dans la variation pour 1° entre les températures extrêmes ni pour l'écart de proportionnalité pour les températures moyennes une différence notable: mais quant à la reprise de marche après les épreuves thermiques, les deux chronomètres avec spiraux en palladium présentaient une beaucoup plus forte différence ($\pm 1^s,29$) que ceux avec balancier (Guillaume ($\pm 0^s,28$)). Nous reprendrons encore cette question en parlant de la compensation.

Si l'on distingue les chronomètres d'après la nature de leurs échappements, on trouve pour la variation diurne les moyennes suivantes:

Echappement	CLASSE				Moyenne	Donné par le nombre de chronomètres
	A	B	C	D		
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	
Ancre	—	0s,42	0s,53	0s,61	0s,55	195=83,7%
Bascule	—	0,42 ₅	0,53	0,58	0,55	14= 6,0%
Ressort	0s,11	0,41	0,37	0,57	0,26	20= 8,6%
Tourbillon	—	0,21	0,53	—	0,29	4= 1,7%
Total					0s,517	233=100%

Il est intéressant de voir que dans la Classe B les trois échappements ancre, bascule et ressort donnent à peu près la même variation moyenne. Abstraction faite des chronomètres de marine la plus faible variation est donnée par l'échappement à tourbillon.

Le tableau suivant indique les variations moyennes par rapport aux différents échappements depuis l'institution du service chronométrique à l'Observatoire en 1862.

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENTS à					Moyenne de l'année
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	Carrousel	
1862	1s,51	1s,80	1s,02	2s,30		1s,61
1863	1,39	1,28	1,37	0,64		1,28
1864	1,14	1,47	1,17	0,66		1,27
1865	0,89	1,01	0,70	0,42		0,88
1866	0,67	0,73	1,01	0,35		0,74
1867	0,70	0,61	0,74	0,52		0,66
1868	0,57	0,56	0,66	0,29		0,57
1869	0,61	0,58	0,60	0,55		0,60
1870	0,53	0,62	0,52	0,40		0,54
1871	0,56	0,53	0,47	0,56		0,55
1872	0,53	0,46	0,54	0,58		0,52
1873	0,62	0,63	0,56	0,72		0,62
1874	0,54	0,52	0,48	0,60		0,53
1875	0,46	0,47	0,17	0,49		0,46
1876	0,54	0,53	0,53	0,24		0,53
1877	0,51	0,59	0,25	0,52		0,51
1878	0,62	0,56	0,32	0,58		0,60
1879	0,66	0,59	0,22	0,35		0,61
1880	0,50	0,51	0,28	—		0,49
1881	0,53	0,55	0,25	0,38		0,52
1882	0,52	0,66	0,78	0,43		0,55
1883	0,56	0,50	0,43	0,35		0,54
1884	0,60	0,55	0,21	0,33		0,58
1885	0,57	0,57	0,38	0,39		0,57
1886	0,51	0,51	0,22	0,29		0,50
1887	0,52	0,57	0,33	0,32		0,52
1888	0,52	0,54	0,20	0,42		0,50 ₅
1889	0,55	0,58	0,26	0,42		0,55
1890	0,53	0,57	0,16	0,48		0,53
1891	0,57	0,63	0,21	0,38		0,57
1892	0,50	0,57	0,24	0,35		0,50
1893	0,58	0,69	0,19	0,33		0,57
1894	0,60	0,77	0,33	0,34		0,61
1895	0,57	0,60	0,21	0,55 ₅	0s,43	0,56
1896	0,64	0,61	0,19 ₅	0,40	0,35 ₅	0,62
1897	0,57	0,62	0,18	0,27 ₅	0,31	0,56
1898	0,51	0,61 ₅	0,45	0,39	0,29	0,51
1899	0,58	0,68	0,28	0,31 ₅	—	0,57
1900	0,62	0,69	0,21	0,50	0,34	0,61
1901	0,55	0,55	0,26	0,29	—	0,52
Variation moyenne de 40 ans (1862-1901) . .	0s,568	0s,632	0s,433	0s,505	0s,355	0s,573
donnée par le nombre total des chronomètres . .	6499	1565	368	173	10	8615

Quant au second organe essentiel, le spiral, j'en résume les résultats dans les tableaux comparatifs suivants:

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	Classe				Moyenne en 1901		De 1871 à 1901	
	A	B	C	D	Variat. diurne	donnée par Chron.	Variation diurne	donnée par chronom.
Spiral plat à 1 courbe Phillips	—	0s,43	0s,53	0s,58	0s,54	159	0s,57	5198
Spiral plat à 2 courbes Phillips	—	0,38	0,31	—	0,37	23	0,49	582
Spiral cylindrique à 1 courbe Phillips . .	—	—	—	—	—	—	0,485	280
Spiral cylindrique à 2 courbes Phillips . .	0s,11	0,43	0,43	0,59	0,37	25	0,41	198
Moyenne des spir. Phillips	0,11	0,40	0,52	0,58	0,50	207	0,557	6258
Spiral Breguet . . .	—	—	0,58	0,66	0,66	21	0,60	1006
Spiral cylindrique ordinaire	—	0,36 ₅	—	0,80	0,71	5	0,61	522
Spiral sphérique . .	—	—	—	—	—	—	0,52	71
Moyenne des spir. ordin.	—	0,36 ₅	0,58	0,69	0,67	26	0,596	1599
Moyenne générale .	0,11	0,40	0,52	0,61	0,51 ₇	233	0,565	7857

Comme il n'y a qu'un seul chronomètre de la classe B muni d'un spiral cylindrique ordinaire, il est évident que le faible chiffre 0s,365 ne prouve rien.

En ce qui concerne le réglage des quatre positions les résultats obtenus montrent une amélioration sensible.

Malgré que la variation des marches moyennes du pendant en haut au pendant à droite ($\pm 3^s,15$) dépasse toutes les moyennes des années précédentes, la somme des quatre variations ($\pm 5^s,79$) est la plus faible obtenue jusqu'à présent.

Tableau des quatre variations de position (Classe B).

GENRE DE SPIRAL	Nombre de chronom.	Variation de marches moyennes du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
Spiral plat à 1 courbe terminale Phillips .	14	1 ^s ,38	2 ^s ,19	3 ^s ,15	1 ^s ,15	7 ^s ,87
Spir. plat à 2 courbes terminales Phillips	20	1,25	0,78	1,30	1,03	4,36
Moyenne de l'année 1901	34	1,30	1,36	2,06	1,07	5,79
Moyenne de l'année 1900	60	1,51	2,52	2,45	1,92	8,40
Moyenne de l'année 1899	143	1,73	2,20	2,58	1,65	8,16
Moyenne de l'année 1898	47	2,12	2,27	2,64	1,64	8,67
Moyenne de l'année 1897	56	2,06	2,19	2,22	1,74	8,21
Moyenne de l'année 1896	76	2,57	2,31	2,81	1,80	9,49
Moyenne de l'année 1895	27	1,52	2,09	1,71	1,60	6,92
Moyenne de l'année 1894	19	1,97	1,21	2,12	1,61	6,91
Moyenne de l'année 1893	20	1,49	1,72	1,58	1,84	6,63
Moyenne de l'année 1892	26	1,61	2,48	2,61	1,44	8,14

Pour les deux genres de spiraux les variations des marches moyennes du plat au pendu et celles du cadran en haut au cadran en bas sont à peu près les mêmes; mais quant aux deux positions « pendant à gauche » et « pendant à droite », on constate de nouveau une supériorité des spiraux à double courbe théorique.

La variation des marches moyennes du plat au pendu des chronomètres de la classe C est de $\pm 1^s,97$ inférieure aussi à celle de l'année passée ($\pm 2^s,44$). Les deux classes ensemble donnent comme variation des marches moyennes du plat au pendu le chiffre $\pm 1^s,80$.

Le réglage de la compensation est aussi mieux réussi cette année, car la variation moyenne par degré entre les températures extrêmes des 144 chronomètres qui ont subi les épreuves thermiques, atteint le chiffre de $\pm 0^s,071$ et l'écart moyen de proportionnalité pour les températures moyennes reste en dessous de $\pm 1^s,63$. Si nous faisons abstraction des 54 (37,5%) chronomètres dont l'écart de proportionnalité dépasse $\pm 2^s$, nous obtenons pour la variation moyenne par degré le chiffre de $\pm 0^s,059$, chiffre auquel on n'est pas encore arrivé jusqu'à présent.

La reprise de marche des 144 chronomètres après les épreuves thermiques est aussi très faible; nous trouvons pour cet élément le chiffre de $\pm 0^s,94$.

Quant au signe du coefficient de la variation thermique nous constatons que 74 (51,4%) avancent et 64 (44,4%) retardent au chaud, tandis que 6 pièces (4,2%) ont eu la même marche au chaud et au froid.

En parlant des chronomètres de marine, nous avons mentionné les résultats donnés par le balancier Guillaume. Parmi les chronomètres de poche il y a 13 pièces munies de ce balancier. Ces 13 chronomètres ont donné comme variation par degré $\pm 0^s,044$, comme écart de proportionnalité $\pm 0^s,35$ et comme reprise de marche après les épreuves thermiques $\pm 0^s,50$.

Dans le tableau suivant nous résumons ces chiffres avec ceux que les chronomètres avec spiraux en palladium ont donnés :

	Variation pour 1° C.	Ecart de proportionnalité	Reprise de marche après les épreuves therm.	donné par
Balancier Guillaume	$\pm 0^s,040$	$\pm 0^s,33$	$\pm 0^s,42$	21 chron.
Spiraux en palladium	0 ,041	1 ,46	1 ,35	9 »
Moyenne générale	0 ,071	1 ,63	0 ,94	144 chron.

On voit dans ce résumé que, par le balancier Guillaume, l'écart de proportionnalité a été réduit à un cinquième de la moyenne générale de cette quantité et que les marches de ces pièces, avant et après les épreuves thermiques, ne diffèrent entre elles que de $0^s,42$ en moyenne. Le tableau montre en outre le défaut des spiraux en palladium. Les chronomètres munis de ces spiraux ont, il est vrai, un faible coefficient thermique, mais leurs marches aux températures extrêmes s'écartent sensiblement de celles aux températures intermédiaires.

La question de la compensation m'amène à parler des recherches faites par M^r Paul Perret à Fleurier, concernant l'application des spiraux en acier-nickel. M^r. P. Perret a envoyé à l'Observatoire une série de montres ordinaires avec balanciers non coupés et munis de spiraux en acier, en bronze, en palladium et en *acier-nickel*, pour faire constater la marche de ces pièces à différentes températures. Les résultats de ces observations permettent de croire que le problème de la compensation, quant à l'horlogerie civile, touche à sa solution, car la variation par degré entre 4° et 31° environ est de $\pm 0^s,60$ pour les spiraux compensateurs (acier-nickel) de M^r Perret, tandis que les autres spiraux ont donné comme variation $\pm 13^s,2$ en moyenne par degré.

Il est à regretter que les spiraux en acier-nickel n'aient pu être appliqués jusqu'à présent aux pièces de haute précision.

Pour la constance de la marche des chronomètres observés qui est représentée par la différence des marches moyennes de la première et de la dernière semaine, nous trouvons le chiffre de $\pm 0^s,92$. Dans le tableau suivant on voit que ce chiffre n'a été atteint qu'une seule fois, savoir en 1894.

1901	0 ^s ,92
1900	1,62
1899	1,11
1898	1,19
1897	1,04
1896	1,23
1895	0,96
1894	0,87
1893	1,24

En dernier lieu nous mentionnons que le calcul donne pour la différence moyenne entre la plus grande et la plus faible marche diurne observée pour tous les chronomètres des quatre classes le chiffre de $\pm 4^s,60$ qui, comparé avec les résultats des années précédentes est aussi un des plus faibles, comme on le voit dans le tableau suivant:

1901	$\pm 4^s,60$
1900	6 ,11
1899	5 ,47
1898	4 ,07
1897	5 ,40
1896	5 ,88
1895	4 ,88
1894	5 ,16
1893	6 ,55

En terminant cette revue je résume dans le tableau suivant les principales variations constatées sur les chronomètres dès le commencement de nos observations :

Variations moyennes.

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de position	Pour un degré de température
	±	±	±	±
1864	1,27	88,21		0,48
1865	0,88	6,18		0,35
1866	0,74	3,56		0,36
1867	0,76	3,57		0,16
1868	0,57	2,44		0,15
1869	0,60	2,43		0,14
1870	0,54	2,37		0,14
1871	0,55	1,90		0,13
1872	0,52	1,99		0,15
1873	0,62	2,59	108,03	0,15
1874	0,53	2,27	7,42	0,15
1875	0,46	1,97	8,12	0,13
1876	0,53	2,16	8,15	0,12
1877	0,51	1,98	6,54	0,11
1878	0,60	2,10	8,36	0,10
1879	0,61	1,90	7,86	0,11
1880	0,49	1,75	7,64	0,11
1881	0,52	1,86	9,18	0,13
1882	0,55	2,08	8,87	0,11
1883	0,54	1,83	10,17	0,12
1884	0,58	1,88	6,82	0,12
1885	0,57	2,45	9,18	0,14
1886	0,50	1,96	7,91	0,13
1887	0,52	2,24	8,84	0,12
1888	0,50 ₅	2,18	9,61	0,09
1889	0,55	2,19	9,42	0,12
1890	0,53	2,19	8,84	0,09
1891	0,57	1,90	6,13	0,10
1892	0,50	1,80	8,14	0,08 ₅
1893	0,57	1,88	6,63	0,08
1894	0,61	2,27	6,91	0,08
1895	0,56	1,63	6,92	0,07
1896	0,62	2,46	9,49	0,11
1897	0,56	2,02	8,21	0,09
1898	0,51	1,96	8,67	0,10
1899	0,57	1,81	8,16	0,08
1900	0,61	2,18	8,40	0,10
1901	0,52	1,80	5,79	0,06

DISTRIBUTION DES PRIX

J'ai l'honneur de vous présenter les propositions concernant les prix à allouer aux meilleurs chronomètres observés pendant l'année 1901.

Conformément aux prescriptions du règlement en vigueur pour le concours des chronomètres, tous les prix peuvent être décernés.

Les résultats des observations de l'année écoulée montrent que le nouveau règlement qui détermine la distribution des prix d'une autre manière, a vraiment rempli une lacune en résumant, sous un seul chiffre, tous les éléments de la bonne marche d'un chronomètre et en permettant d'accorder un prix à tous les chronomètres, dont le nombre de classement arrive à une limite fixée. De cette manière il ne se trouve plus de chronomètres dont le ou les fabricants auraient mérité une récompense, et qui, comme c'est le cas cette année et les précédentes, n'obtiennent aucune distinction.

Quant au *prix général* pour les douze meilleurs chronomètres de poche de la classe *B* et *C*, nous y voyons concourir de nouveau, comme dans les années précédentes, les trois maisons bien connues: *Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds; Paul-D. Nardin, Locle* et l'*Association Ouvrière, Locle*.

Pour leurs produits les moyennes des différents éléments satisfont très largement aux conditions stipulées par le règlement; mais comme l'élément décisif: *la variation diurne moyenne*, de la série de M^r *Paul Ditisheim* est le plus faible parmi ces trois

maisons, le *prix général* pour l'année 1901, lui appartient de droit. Voici le tableau des moyennes des douze meilleures pièces présentées par ces trois maisons.

Prix général 1901

NOMS DES FABRICANTS	Nombre des chronom. déposés	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Ecart de proportionnalité	Différence entre les marches extrêmes
Limites réglementaires	12	$\pm$ 0 ^s ,50	$\pm$ 2 ^s ,00	$\pm$ 0 ^s ,15		$\pm$ 5 ^s ,0
Paul Ditisheim à La Chaux-de-Fonds .	25	0,232	1,17 ₅	0,049	0,66	3,45
Paul-D. Nardin au Locle	22	0,306	1,18	0,042	1,14	4,03
Association Ouvrière au Locle	41	0,366	1,04	0,068	1,26	4,11

Pour les *chronomètres de marine* le règlement prévoit deux prix qui sont alloués aux chronomètres ayant montré la plus faible variation diurne moyenne.

Parmi les 10 pièces de cette classe qui ont été observées pendant l'année 1901 et qui proviennent toutes de la maison *Paul-D. Nardin* du Locle, il y en a neuf* qui satisfont largement aux conditions du règlement. Les meilleures sont les Nos 74 9574 et 71,9571, les deux avec une variation diurne moyenne de $\pm 0^s.08$. Dans le cas où la variation est la même, le premier rang sera donné au chronomètre qui a montré

* A la page 10, 21^{me} ligne, nous disons: « non seulement les dix pièces marine », tandis que c'est *neuf* qu'il faut lire.

la plus petite différence entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine. Or, comme cette différence est de 0^s,10 pour le N^o 74/9574 et de 0^s,23 pour le N^o 71/9571, le premier prix de la classe *A* doit être alloué au chronomètre N^o 74/9574 et le second prix au chronomètre N^o 71/9571, les deux de M^r *Paul-D. Nardin, au Locle*.

En ce qui concerne les chronomètres de poche, il y a cette année toute une série d'excellents chronomètres qui mériteraient d'être primés. Dans la classe *B* le chronomètre ayant montré la plus faible variation diurne est un tourbillon N^o 23153 de l'*Association Ouvrière, au Locle*; sa variation diurne est de 0^s,15 et sa reprise de marche, c'est-à-dire la différence entre la première et la dernière semaine est de 0^s,12. Le chronomètre qui suit ce tourbillon dans la liste est une pièce de M^r *Paul Ditisheim, à La Chauv-de-Fonds*, le N^o 20312 avec une variation de 0^s,17 et dont la différence de la marche moyenne des semaines extrêmes est de 0^s,35. Comme les variations diurnes de ces deux pièces ne diffèrent que de 0^s,02, le règlement indique que la première place sera donnée à celle qui montre la plus faible différence entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine. Le premier prix de la classe *B* revient donc à l'*Association Ouvrière, au Locle* pour le tourbillon N^o 23153 et le deuxième prix à M^r *Paul Ditisheim, à La Chauv-de-Fonds*, pour le chronomètre N^o 20312.

La pièce suivante de notre liste est un chronomètre N^o 9691 de M^r *Paul-D. Nardin au Locle*, avec une variation de 0^s,21. Mais cette variation ne diffère que de 0^s,01 de celle du N^o 16639 de M^r *Paul Ditisheim*,

et de 0^s,02 de celles des N^{os} 15576 et 20311 du même fabricant. Le troisième prix de cette classe devrait donc être alloué au chronomètre qui a donné la plus faible différence entre les marches de la première et de la dernière semaine. Cette différence est de 1^s,00 pour le N^o 15576 de la série de Mr Ditisheim.

Les deux autres pièces de Mr Ditisheim, les N^{os} 16639 et 20311, ont comme reprise de marche 1^s,71 et 1^s,77, tandis que celle de Mr Nardin 1^s,96.

D'autre part le N^o 15576 de Mr Ditisheim est presque dans tous les rapports inférieur à un autre chronomètre du même fabricant, savoir N^o 20308 qui a montré une variation de 0^s,24 et une reprise de marche de 0^s,51; mais la variation de cette pièce diffère déjà de 0^s,03 de celle du chronomètre N^o 9691 de Mr Nardin.

Pour sortir de cette difficulté qui met en évidence l'insuffisance de l'ancien règlement, je propose de donner un prix à Mr Paul Ditisheim pour le N^o 15576 et un prix *ex æquo* à Mr Paul-D. Nardin pour le N^o 9691.

Le tableau des chronomètres de la Classe C porte en tête une pièce de Mr *Paul Ditisheim* avec une variation de 0^s,15 et dont la différence entre les marches extrêmes est de 2^s,1. C'est donc à ce chronomètre N^o 20309 que revient le premier prix de la classe C. La pièce suivante de la liste est le N^o 15659 de Mr Paul Ditisheim. Malgré sa faible variation (0^s,22), ce chronomètre ne peut pas concourir aux prix parce que la différence de ses marches diurnes avant et après les épreuves thermiques (2^s,0) dépasse la limite 1^s,5. Le règlement, il est vrai, ne parle pas

des épreuves thermiques complètes, mais il dit: « la pièce doit reprendre, *après l'étuve*, sa marche précédente à 1^s,5 près ». Pour le chronomètre en question cette reprise de marche après l'étuve est de 0^s,7. Suivant l'usage adopté jusqu'à présent on considérerait le chiffre 1^s,5 comme limite de la différence des marches avant et après les épreuves thermiques complètes, il faut donc appliquer cette manière d'apprécier au N° 15659.

En classant les chronomètres suivants d'après leurs éléments décisifs, nous voyons qu'il faut accorder le *deuxième prix* à M^r *Paul-D. Nardin* pour le N° 9690 dont la variation est de 0^s,26 et la différence entre les marches extrêmes de 2^s,2.

Le *troisième prix* revient à M^r *Paul Ditisheim* pour le N° 16815 dont les chiffres respectifs sont 0^s,24 et 2^s,9, et le *quatrième prix* à M^r *Paul-D. Nardin* pour le N° 8097 dont la variation est de 0^s,26 et la différence entre les marches extrêmes 3^s,7.

Je résume dans le tableau suivant tous les prix que j'ai l'honneur de proposer au Conseil d'Etat.

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

- I. PRIX GÉNÉRAL de fr. 200 à Mr Paul Ditisheim,
à La Chaux-de-Fonds.

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

- II. Prix de fr. 200 au N° 74 9574 de Mr Paul-D. Nardin, au Locle.
III. Prix de fr. 150 au N° 71 9571 de Mr Paul-D. Nardin, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

- IV. Prix de fr. 130 au N° 23153 de l'Association Ouvrière, au Locle.
V. Prix de fr. 120 au N° 20312 de Mr Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.
VI. Prix de fr. 110 au N° 15576 de Mr Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.
Prix de fr. 110. ex æquo, au N° 9691 de Mr Paul-D. Nardin, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

- VII. Prix de fr. 100 au N° 20309 de Mr Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.
VIII. Prix de fr. 80 au N° 9690 de Mr Paul-D. Nardin, au Locle.
IX. Prix de fr. 60 au N° 16815 de Mr Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.
X. Prix de fr. 50 au N° 8097 de Mr Paul-D. Nardin, au Locle.

PRIX DES RÉGLEURS

pour le réglage des chronomètres couronnés

A. II.	MM. H ^{ri} Rosat et A. Bourquin, au Locle .	Fr. 30
A. III.	Aux mêmes	» 25
B. IV.	Charles Rosat. au Locle	» 20
B. V.	U. Wehrli. à La Chaux-de-Fonds . .	» 18
B. VI. {	U. Wehrli, à La Chaux-de-Fonds . .	» 15
	H ^{ri} Rosat et A. Bourquin, au Locle .	» 15
C. VII.	U. Wehrli. à La Chaux-de-Fonds . .	» 10
C. VIII.	H ^{ri} Rosat et A. Bourquin, au Locle .	» 8
C. IX.	U. Wehrli. à La Chaux-de-Fonds . .	» 6
C. X.	H ^{ri} Rosat et A. Bourquin, au Locle .	» 5

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de mon dévouement respectueux.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

D^r L. ARNDT.



BULLETINS DE MARCHE
DES
CHRONOMÈTRES COURONNÉS
AU
CONCOURS DE 1901





l.

l.

n

1,4	4,8	-2,75	Iuguenin, Locle, chronogr.
2,3	0,1	+0,96	li, Chaux-de-Fonds
2,7	0,3	+1,93	es, chronographe

A. CHRONOMÈTRES DE MARINE

observés pendant deux mois, à l'étuve et à la glacière

Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Nombres des chrono- mètres	Echappe- ment	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Ecart de proportion- nalité pour les températures moyennes	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence de marche entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	Différence de marche avec et sans courant d'enregistre- ment	REMARQUES
1	19	Paul-D Nardin. Locle	74/9574	ressort	cyl. à 2 obs. Ph.	+0,46	±0,08	+0,05	0,14	0,07	0,10	1,39	0,24	balancier Guillaume; réglé au temps sidéral par H. Rosat et A. Bourquin, Locle; enregistrem. électr.
2	481	"	71/9571	"	" " "	+0,19	0,08	-0,01	0,22	0,30	0,23	1,10		balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.
3	23	"	75/9575	"	" " "	-1,96	0,11	+0,06	0,58	0,52	0,31	2,13	0,01	balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle; enregistrement électrique.
4	24	"	73/9573	"	" en palladium "	-0,12	0,10	+0,07	0,50	0,95	0,44	2,51		réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.
5	25	"	76/9576	"	cyl. à 2 obs. Ph.	+0,73	0,10	0,00	0,35	0,17	0,45	0,87		balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.
6	16	"	64/8564	"	" en palladium "	-0,56	0,13	+0,03	0,15	1,63	0,02	3,00	0,00	réglé au temps sidéral par H. Rosat et A. Bourquin, Locle; enregistrement électrique.
7	18	"	70/8570	"	cyl. à 2 obs. Ph.	-2,18	0,12	-0,03	0,25	0,66	0,68	1,59	0,21	balancier Guillaume; réglé au temps sidéral par H. Rosat et A. Bourquin, Locle; enregistrem. électr.
8	20	"	77/9577	"	" " "	-1,49	0,12	+0,03	0,28	0,14	0,70	1,39		balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.
9	450	"	69/8569	"	" " "	-3,06	0,10	-0,02	0,07	0,11	0,85	1,33		balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.
10	482	"	72/9572	"	" " "	-0,28	0,15	-0,02	0,47	0,28	0,07	1,72		balancier Guillaume; réglé par H. Rosat et A. Bourquin, Locle.

Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Variation du plat au pendu	REMARQUES
^s 2,1	^s 0,4	^s +0,47	Rosat, Locle
0,1	0,5	-0,06	li, Chx-de-Fds, balanc. Guill.
0,7	1,0	+1,20	»
0,5	0,8	-1,06	Bourquin, Locle, chron. de bord, balanc. Guill.
0,2	0,2	+0,48	li, Chx-de-Fds, balanc. Guill.
0,6	0,1	+1,26	» »
0,5	0,0	-0,99	» »
1,8	1,2	-1,50	»
1,0	1,3	+2,03	»
0,2	0,8	-1,12	» »
0,1	0,5	+0,05	» »
0,5	0,9	-0,91	»
1,2	0,0	+0,49	& A. Bourquin, Locle
0,6	0,9	-0,63	li, Chaux-de-Fonds
1,8	0,9	-0,81	Bourquin, Locle, chron. de bord
1,0	1,9	+1,93	Frères, Locle ; réglé par Charles Ziegler, Locle
2,2	1,0	-1,37	Huguenin, Locle
1,1	1,6	-3,78	& A. Bourquin, Locle
1,1	0,2	+1,59	li, Chaux-de-Fonds
0,6	0,8	-0,49	Bourquin, Locle, chron. de bord. balanc. Guill.
0,8	0,3	-2,26	li, Chaux-de-Fonds
1,0	0,1	+1,78	»
1,3	0,1	-0,57	»
0,4	1,5	+3,02	»
0,2	0,0	-1,40	»
0,0	0,6	-2,11	» à répétition
3,0	1,4	-2,42	Huguenin, Locle
1,7	1,5	-2,04	Bourquin, Locle, chron. de bord
2,2	0,8	+0,49	li, Chaux-de-Fonds
1,5	0,2	-2,44	»
3,5	0,9	-0,38	»
1,7	0,4	+0,71	Rosat, Locle
0,1	0,5	-1,06	Ziegler, Locle
1,4	4,8	-2,75	Huguenin, Locle, chronogr.
2,3	0,1	+0,96	li, Chaux-de-Fonds
2,7	0,3	+1,93	es, chronographe

B. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant six semaines, dans cinq positions, à l'étuve et à la glacière

Page du registre		NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1 entre les températures extrêmes	Ecart de proportion- nalité pour les températures moyennes	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Variation du plat au pendu	Variation du pendu au pendu à gauche au pendu à droite	Variation du cadran en haut en bas	Différence de marche entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES	
1	465	Association Ouvrière, Locle	23153	ressort-tourbill.	plat Phillips	-2.05	+0.15	-0.03	2.1	0.4	+0.47	-0.64	-0.69	-0.01	0.12	2.6	réglé par Charles Rosat, Locle
2	100	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	20312	ancrer	plat à 2 cb. Ph.	+0.30	0.17	+0.10	0.1	0.5	-0.06	-0.10	-1.55	-1.66	0.35	3.0	U. Wehrli, Chx-de-Fds, balanc. Guill.
3	81	"	15576	"	"	-0.92	0.23	0.00	0.7	1.0	+1.20	+1.12	+0.22	-1.58	1.00	3.6	"
4	26	Paul-D. Nardin, Locle	9691	"	plat Phillips	-0.46	0.21	+0.06	0.5	0.8	-1.06	+2.99	+0.79	+0.44	1.96	4.3	H. Rosat & A. Bourquin, Locle, chron. de bord, balanc. Guill.
5	97	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	20308	"	plat à 2 cb. Ph.	-1.01	0.24	+0.04	0.2	0.2	+0.48	-1.61	-0.54	1.78	0.51	3.8	U. Wehrli, Chx-de-Fds, balanc. Guill.
6	79	"	16639	tourbill.-ressort	"	-5.03	0.22	+0.05	0.6	0.1	+1.26	+0.29	+0.69	+1.04	1.71	3.6	"
7	99	"	20311	ancrer	"	-5.39	0.23	+0.06	0.5	0.0	-0.99	+0.27	+0.02	-0.50	1.77	3.3	"
8	102	"	20846	"	"	-0.70	0.26	+0.05	1.8	1.2	-1.50	+1.42	+2.47	-1.65	0.03	4.6	"
9	48	"	10257	tourbill.-ressort	"	-1.68	0.27	-0.02	1.0	1.3	+2.03	0.00	-0.05	+1.56	0.06	3.1	"
10	98	"	20310	ancrer	"	-4.57	0.30	+0.05	0.2	0.8	-1.12	-0.09	+0.66	+0.46	0.47	3.0	"
11	82	"	20307	"	"	-2.65	0.29	+0.01	0.1	0.5	+0.05	+2.25	-0.10	-1.31	0.28	4.6	"
12	103	"	20847	"	"	-1.50	0.30	-0.01	0.5	0.9	-0.91	-0.95	-1.85	+0.09	0.52	4.2	"
13	497	Paul-D. Nardin, Locle	8070	"	plat Ph. en pall.	+2.05	0.33	0.00	1.2	0.0	+0.49	+3.16	+4.46	-0.96	0.10	6.4	H. Rosat & A. Bourquin, Locle
14	14	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	13781	"	"	-5.19	0.32	-0.08	0.6	0.9	-0.63	+0.39	+0.74	-0.90	0.36	3.9	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
15	477	Paul-D. Nardin, Locle	9850	ressort	plat Phillips	-2.15	0.36	-0.07	1.8	0.9	-0.81	+2.34	+3.49	+2.44	0.69	5.1	H. Rosat & A. Bourquin, Locle, chron. de bord
16	48	"	67040	"	cylindrique	-0.01	0.36	+0.03	1.0	1.9	+1.93	+0.22	-9.43	-2.22	1.73	10.2	à l'én. fab. et dép. par H. Rosat & A. Bourquin, Locle; réglé par Charles Ziegler, Locle
17	489	Ch-Em. Tissot, Locle	12289	ancrer	pl. Ph. non mag.	+4.61	0.36	-0.01	2.2	1.0	-1.37	-0.68	+5.62	-1.19	1.99	7.8	réglé par Charles Huguenin, Locle
18	4	Paul-D. Nardin, Locle	9682	"	plat Ph. en pall.	-1.55	0.42	-0.07	1.1	1.6	+3.78	+6.31	+6.56	-1.03	0.60	7.9	H. Rosat & A. Bourquin, Locle
19	472	L. A. & I. Ditesheim, Chaux-de-Fonds	1907	"	plat à 2 cb. Ph.	+0.93	0.42	-0.01	1.1	0.2	+1.59	-1.22	-0.63	-1.94	0.82	4.5	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
20	4	Paul-D. Nardin, Locle	10139	ressort	plat Phillips	+0.25	0.40	-0.06	0.6	0.8	-0.49	-0.03	+3.17	-0.45	1.01	4.2	H. Rosat & A. Bourquin, Locle, chron. de bord, balanc. Guill.
21	80	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	15574	bascule	pl. en pall., 2 cb. Ph.	-4.15	0.43	-0.07	0.8	0.3	-2.26	+1.64	-1.09	-2.13	0.22	4.5	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
22	43	"	14249	"	plat à 2 cb. Ph.	-0.10	0.44	-0.02	1.0	0.1	+1.78	+0.64	-1.31	-0.26	0.65	4.5	"
23	473	L. A. & I. Ditesheim, Chaux-de-Fonds	1910	ancrer	"	-5.55	0.43	-0.07	1.3	0.1	-0.57	-0.34	+1.46	+1.81	1.09	3.7	"
24	101	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	20844	"	"	-0.59	0.42	+0.01	0.4	1.5	+3.02	-1.76	-4.56	+0.26	2.79	5.4	"
25	100	"	20843	"	"	+0.46	0.49	-0.15	0.2	0.0	-1.40	+0.78	+2.33	-2.49	0.57	5.0	"
26	476	"	16650	"	plat Phillips	-1.65	0.51	+0.05	0.0	0.6	-2.11	+1.20	-2.15	+0.69	1.34	6.9	" à répétition
27	16	Ch-Em. Tissot, Locle	38060	"	"	-7.03	0.49	-0.01	3.0	1.4	-2.42	+1.83	-1.27	+0.82	4.08	7.3	Charles Huguenin, Locle
28	478	Paul-D. Nardin, Locle	10275	ressort	"	+3.31	0.53	-0.01	1.7	1.5	-2.04	+1.11	+2.26	+0.34	2.00	5.0	H. Rosat & A. Bourquin, Locle, chron. de bord
29	41	J.-J. Nordmann, Chaux-de-Fonds	1900	ancrer	plat à 2 cb. Ph.	-1.40	0.56	-0.10	2.2	0.8	+0.49	-0.36	+2.24	1.64	0.27	5.8	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
30	104	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	20848	"	"	+0.51	0.58	+0.02	1.5	0.2	-2.44	+0.31	-0.09	-0.06	0.33	5.0	"
31	486	L. A. & I. Ditesheim, Chaux-de-Fonds	1908	"	"	-0.47	0.58	-0.04	3.5	0.9	-0.38	+0.21	+0.36	+0.11	1.08	4.3	"
32	490	Reichen-Guinand, Brenets	44797	"	plat Phillips	+4.10	0.57	-0.06	1.7	0.4	+0.71	+3.79	-3.41	-0.29	1.59	8.2	Charles Rosat, Locle
33	8	Paul Buhlé, Locle	1900	"	"	+0.31	0.60	+0.03	0.1	0.5	-1.06	-2.28	-4.68	-1.57	1.14	7.9	Charles Ziegler, Locle
34	488	Ch-Em. Tissot, Locle	25652	"	plat à 2 cb. Ph., non mag.	-0.83	0.61	0.00	1.4	4.8	-2.75	+1.56	+4.66	+0.27	2.77	9.6	Charles Huguenin, Locle, chronogr.
35	472	L. A. & I. Ditesheim, Chaux-de-Fonds	1909	"	plat à 2 cb. Ph.	-2.69	0.64	0.00	2.3	0.1	+0.96	-0.34	-0.19	+0.09	1.99	3.4	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
36	484	Jules Jürgensen, Locle	14048	"	plat Phillips	+1.81	0.78	-0.01	2.7	0.3	+1.93	+3.94	+4.84	+4.76	0.20	8.1	répétition à minutes, chronographe

C. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant un mois, dans deux positions, à l'étuve et à la glacière

Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Nombres des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° entre les températures extrêmes	Ecart de proportion- nalité pour les températures moyennes	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	98	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	20399	ancere	plat à 2 cbs. Ph.	-4.36	+0.15	-0.07	+0.01	0.9	0.4	2.1	réglé par U. Wehrli, Chaux-de-Fonds; balanceur Guillaume
2	78	"	16815	ressort	cyl. en palladium, à 2 cbs. Ph.	-1.17	0.24	+1.60	-0.04	0.8	0.7	2.9	"
3	113	"	15659	ancere	plat Phillips	-0.48	0.22	+0.05	-0.16	1.0	2.0	4.6	"
4	34	Paul-D. Nardin, Locle	9090	"	"	-2.48	0.26	-0.71	0.02	0.1	0.8	2.2	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; balanceur Guill.
5	26	"	8097	"	"	-0.57	0.26	+0.05	-0.04	1.7	0.4	3.7	"
6	44	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	15649	"	plat à 2 cbs. Ph.	-0.49	0.25	-2.54	-0.01	0.1	0.3	3.8	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
7	31	Paul-D. Nardin, Locle	8188	"	plat Phillips	-1.09	0.28	-0.90	+0.06	2.1	0.7	4.5	H. Rosat & A. Bourquin, Locle
8	84	"	10282	ressort	"	-3.94	0.26	+4.35	+0.05	0.3	0.9	5.8	"
9	87	Reichen-Guinand, Brenets	45562	ancere	"	-0.01	0.30	-1.04	-0.04	1.1	0.1	3.2	chron. de bord, bal. Guill.
10	2	Association Ouvrière, Locle	23250	"	"	+5.49	0.30	-0.77	-0.10	0.9	1.0	4.5	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
11	27	Paul-D. Nardin, Locle	7861	"	"	+1.16	0.32	+1.82	-0.03	2.5	0.5	3.5	Charles Rosat, Locle
12	35	"	9692	"	"	-0.42	0.35	-0.95	+0.02	0.2	0.1	2.9	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; répét. à minutes
13	36	"	10449	"	"	-0.03	0.33	-1.83	-0.08	0.5	0.1	3.2	balanceur Guill.
14	28	"	7453	"	"	-0.03	0.33	-0.60	-0.04	1.4	0.1	3.4	"
15	1	Association Ouvrière, Locle	23252	"	"	+1.19	0.33	-1.85	-0.07	0.5	0.5	3.9	chronogr. compteur
16	494	"	23238	"	"	+1.41	0.33	+0.94	+0.08	0.9	1.8	4.0	"
17	68	"	23265	"	"	-2.06	0.35	+2.08	-0.08	1.6	1.5	4.1	"
18	107	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	15661	"	"	-3.38	0.35	+1.15	+0.02	2.9	0.8	4.4	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
19	27	Ch ^e -Ed. Lardet, Fleurier	4322	"	"	-0.35	0.36	-2.53	+0.12	2.0	2.0	5.4	"
20	496	Association Ouvrière, Locle	23248	"	"	+2.52	0.34	+6.62	-0.06	2.7	0.6	8.5	Charles Rosat, Locle
21	27	Paul-D. Nardin, Locle	7451	"	"	-1.52	0.38	-0.56	-0.03	1.4	0.4	3.4	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; chronogr. compteur
22	3	Association Ouvrière, Locle	23246	"	"	-1.80	0.37	-3.06	-0.12	2.1	0.2	7.0	Charles Rosat, Locle
23	74	"	23275	"	"	+4.05	0.38	+0.77	+0.21	3.2	0.4	7.9	"
24	91	"	23270	"	"	+1.60	0.36	+3.14	-0.23	0.5	1.3	9.2	"
25	59	"	23276	"	"	-1.70	0.40	+1.35	-0.04	0.7	0.2	3.6	"
26	88	Paul-D. Nardin, Locle	10280	ressort	"	-2.78	0.40	+1.04	-0.12	2.2	0.9	4.3	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; chronom. de bord
27	469	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5612	ancere	"	-5.00	0.40	-1.50	+0.05	2.8	0.7	4.5	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
28	28	Paul-D. Nardin, Locle	9418	"	"	+0.01	0.39	-1.73	-0.08	1.8	1.1	5.5	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; chronom. de bord
29	83	Reichen-Guinand, Brenets	45553	"	"	-4.34	0.42	-1.58	+0.06	0.0	1.1	4.7	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
30	498	Association Ouvrière, Locle	23239	"	"	+6.04	0.41	+0.33	-0.10	0.3	3.1	5.1	Charles Rosat, Locle
31	5	"	23256	"	"	-2.56	0.41	-1.42	-0.02	2.6	0.7	5.2	"
32	500	H. Barbezat-Bôle, Locle	3050	"	"	-0.54	0.40	-2.90	+0.10	0.6	1.9	6.6	J. Vogel-Jacot, Locle
33	113	"	6672	baseule	cyl. à 2 cbs. Ph.	-0.17	0.41	-1.20	-0.12	2.3	0.5	7.0	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds; fabr. et dépt. par L.-C. Grandjean, Ponts
34	114	Association Ouvrière, Locle	23024	ancere	plat Phillips	-2.39	0.41	-2.19	-0.12	2.6	1.2	7.0	Charles Rosat, Locle
35	108	"	23277	"	"	-2.35	0.44	+0.36	-0.07	1.0	0.8	3.0	"
36	109	"	23280	"	"	-0.42	0.42	+1.41	-0.09	1.9	1.2	3.7	"
37	91	"	23288	"	"	+0.55	0.43	+1.25	+0.06	2.5	0.3	4.2	"
38	498	"	23244	"	"	+1.57	0.42	+0.21	-0.07	0.1	1.5	5.4	"
39	495	"	23242	"	"	-3.36	0.45	-1.15	+0.11	0.7	0.9	3.7	"
40	470	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5616	"	"	+1.39	0.45	+2.18	-0.12	1.5	1.3	4.0	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
41	7	Association Ouvrière, Locle	23253	"	"	-1.03	0.43	-3.73	-0.04	2.7	0.4	7.5	Charles Rosat, Locle
42	49	Paul Ditisheim, Chaux-de-Fonds	15381	"	"	-0.21	0.46	+1.99	-0.07	2.7	0.1	4.7	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
43	106	"	15650	"	"	-0.53	0.45	+2.43	0.00	1.1	0.5	4.9	"
44	2	Association Ouvrière, Locle	23261	"	"	6.16	0.45	-0.24	0.11	1.9	1.4	5.1	Charles Rosat, Locle
45	462	"	23364	"	"	+5.53	0.45	+3.52	+0.06	2.4	0.6	5.2	"
46	85	Paul-D. Nardin, Locle	10291	ressort	"	3.48	0.40	+0.90	0.01	0.4	0.8	3.2	H. Rosat & A. Bourquin, Locle; chronom. de bord, balanceur Guill.
47	111	"	10293	"	"	-2.26	0.48	-1.60	-0.12	0.0	0.0	3.6	"
48	21	J. Rauschenbach, Schaffhouse	194183	ancere	"	-0.89	0.48	-0.65	-0.10	2.6	1.6	5.9	J. Haberli, Schaffhouse
49	1	Association Ouvrière, Locle	23250	"	"	+1.80	0.49	+3.98	+0.07	0.0	1.7	6.7	Charles Rosat, Locle

ÉTRES DE

deux posit

Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Var du au	UES
0,08	$\pm 0,52$	—	
1,48	0,52 ₅	+	
0,69	0,52 ₅	+	
1,11	0,52	—	
4,14	0,50	+	
4,13	0,50	+	
5,83	0,55	+	
2,84	0,55	—	
2,98	0,53	—ds	
5,48	0,55	+	
1,69	0,53	—ds	
1,47	0,57 ₅	+	
3,90	0,59	+	
2,17	0,57	—ds	
0,47	0,58	—	
3,14	0,57	+	
0,61	0,57	—ds	
4,12	0,57 ₅	—	
1,59	0,57 ₅	+	Locle
1,77	0,58	—ds ; répétition à minutes	
0,80	0,59	—el	
2,24	0,60	—	
3,48	0,62 ₅	—ép. par Schoechlin & Cie, Bienne	
2,39	0,62	+	
2,16	0,65	+	

C. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant un mois, dans deux positions, à l'étuve et à la glacière

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° entre les températures extrêmes	Ecart de proportion- nalité pour les températures moyennes	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
50	90	Association Ouvrière, Locle	23269	ancre	plat Phillips	+0.08	+0.52	-1.29	+0.01	2.2	1.4	3.7	réglé par Charles Rosat, Locle
51	497	"	22693	"	"	+1.48	0.52	+0.04	+0.10	0.8	0.9	4.1	"
52	499	"	23255	"	"	-0.69	0.52	+0.52	+0.06	1.2	2.0	4.7	"
53	495	"	23245	"	"	1.11	0.52	-1.82	-0.13	2.7	0.0	8.1	"
54	488	"	21882	"	"	+1.14	0.50	+4.38	+0.12	3.6	0.0	10.1	"
55	1	"	23251	"	"	-4.13	0.50	+2.64	+0.35	4.6	1.5	11.3	"
56	461	"	22269	"	"	+5.83	0.55	+1.12	-0.10	2.2	1.8	4.3	"
57	496	"	23249	"	"	-2.84	0.55	-0.51	-0.14	0.8	0.9	4.4	"
58	93	L. A. & I. Ditesheim, Chaux-de-Fonds	1901	tourbillon	plat à 2 cbs. Ph.	-2.98	0.53	-0.59	-0.02	2.9	5.0	6.6	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
59	7	Association Ouvrière, Locle	23254	ancre	plat Phillips	+5.48	0.55	+2.95	-0.14	3.3	1.5	8.4	" Charles Rosat, Locle
60	485	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5617	"	"	-1.69	0.53	+5.00	+0.33	2.8	1.5	12.0	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
61	464	Jules Traugott, élève de l'Ecole d'horl., Chx-de-Fds	8	"	Breguet	+1.47	0.57	+1.48	-0.08	1.4	0.6	3.6	" Jules Traugott, "
62	498	Association Ouvrière, Locle	23240	"	plat Phillips	+3.90	0.59	+5.54	-0.11	3.5	1.2	4.3	" Charles Rosat, Locle
63	468	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5611	"	"	-2.17	0.57	+1.76	+0.06	0.8	2.6	5.1	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
64	47	Numa Schilt, Chaux-de-Fonds	1901	"	"	+0.47	0.58	-2.08	-0.04	0.7	1.0	5.1	" N. Schilt, "
65	2	Association Ouvrière, Locle	23258	"	"	3.14	0.57	+2.58	-0.10	3.1	0.7	5.2	" Charles Rosat, Locle
66	486	Reichen-Guinand, Brenets	45554	"	"	+0.61	0.57	+1.77	-0.14	2.7	1.3	5.2	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
67	494	Association Ouvrière, Locle	23241	"	"	4.12	0.57	-3.31	+0.07	0.0	1.3	5.7	" Charles Rosat, Locle
68	35	Paul-D. Nardin, "	8189	"	"	+1.59	0.57	+3.29	+0.05	3.0	0.5	7.2	" H. Rosat & A. Bourquin, Locle
69	42	Louis Rozat, La Chaux-de-Fonds	1726	"	"	1.77	0.58	-5.17	-0.28	2.1	1.0	9.8	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds; répétition à minutes
70	463	"	170-068	"	Breguet	-0.80	0.59	-4.39	+0.08	3.3	0.6	10.9	déposé par Prosper Julian, Neuchâtel
71	91	Association Ouvrière, Locle	23279	"	plat Phillips	+2.24	0.60	-0.30	-0.10	1.0	0.0	3.7	réglé par Charles Rosat, Locle
72	474	"	2075	"	plat Phillips en palladium	-3.48	0.62	+2.43	-0.07	5.2	0.6	7.9	" U. Wehrli, Chx-de-Fds; dip. par Scheuchlin & Cie, Bienne
73	7	Association Ouvrière, Locle	23257	"	plat Phillips	+2.39	0.62	+1.67	+0.10	8.0	1.6	12.7	" Charles Rosat, Locle
74	10	Reichen-Guinand, Brenets	45555	"	"	-2.16	0.65	+1.43	+0.03	3.6	1.3	5.6	"
75	493	Ed. Glauser, Locle	9084	bascule	cyl. à 2 cbs. Ph.	0.47	0.65	+6.16	+0.19	2.6	0.2	10.7	" Charles Ziegler, Locle
76	32	Paul-D. Nardin, Locle	8190	ancre	plat Phillips	4.73	0.68	+1.48	-0.02	0.0	0.8	5.2	" H. Rosat & A. Bourquin, Locle
77	469	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5614	"	"	-0.83	0.70	0.60	-0.03	1.8	1.2	3.4	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
78	478	Association Ouvrière, Locle	22694	"	"	+2.69	0.70	+3.80	-0.01	1.1	0.8	6.0	" Charles Rosat, Locle
79	470	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5619	"	"	3.67	0.69	+3.24	+0.08	4.3	0.5	6.8	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
80	496	Association Ouvrière, Locle	23247	"	"	+3.58	0.72	+2.97	+0.12	2.6	0.5	5.8	" Charles Rosat, Locle
81	93	H. Barbezat-Bôle, "	3037	"	"	-4.01	0.72	-1.47	-0.06	2.7	1.1	6.9	" J. Vogel-Jacot, "
82	490	Paul Vuille-Perret, Chaux-de-Fonds	1901	"	"	-1.66	0.70	+0.14	-0.27	4.1	1.4	11.1	" Ant. Inauen, Chaux-de-Fonds
83	8	Association Ouvrière, Locle	23260	"	"	+2.60	0.75	-1.88	+0.08	0.0	0.8	4.9	" Charles Rosat, Locle
84	470	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5615	"	"	-0.33	0.75	0.46	+0.15	0.7	0.8	6.1	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
85	90	Association Ouvrière, Locle	23262	"	"	+4.69	0.74	+3.31	0.10	2.6	0.7	6.2	" Charles Rosat, Locle
86	485	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5618	"	"	0.47	0.76	-3.01	-0.04	0.9	2.3	5.9	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
87	74	Paul-D. Nardin, Locle	7886	"	"	-0.69	0.74	-1.36	+0.06	4.0	0.7	6.5	" H. Rosat & A. Bourquin, Locle
88	495	Association Ouvrière, Locle	23243	"	"	+3.10	0.74	-3.67	+0.25	5.3	0.1	8.0	" Charles Rosat, Locle
89	85	"	2068	"	plat Phillips en palladium	-2.16	0.77	-2.37	+0.13	0.7	0.0	5.9	déposé par Scheuchlin & Cie, Bienne
90	494	E. Wolf, élève de l'Ecole d'horl., Chx-de-Fds	2	"	plat Phillips	+7.58	0.77	-0.30	-0.01	4.5	1.3	6.7	réglé par Em. Wolf, Chaux-de-Fonds
91	464	"	1901	"	"	+3.85	0.78	+1.94	-0.04	1.1	3.4	7.7	"
92	469	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5613	"	"	-2.40	0.82	1.12	-0.07	0.1	1.9	4.1	" U. Wehrli, "
93	475	Paul Ditesheim, Chaux-de-Fonds	153-2	"	"	+2.23	0.83	+0.33	0.04	0.6	1.1	4.9	"
94	475	Scheuchlin & Cie, Bienne	13665	"	"	-5.95	0.87	+0.52	-0.01	2.9	2.5	8.0	"
95	485	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5620	"	"	+0.02	0.91	+4.42	-0.05	3.7	3.1	0.5	"
96	467	Etienne Bersot, Brenets	70645	"	"	-2.19	0.90	-2.11	+0.08	4.4	0.5	6.9	" Ch ^e Huguenin, Locle
97	475	Scheuchlin & Cie, Bienne	13328	"	"	+6.61	0.91	+6.52	-0.06	2.2	2.9	11.2	" U. Wehrli, Chaux-de-Fonds
98	471	Les fils de L. Braunschweig, Chaux-de-Fonds	5621	"	"	2.04	1.01	+3.00	-0.03	2.7	0.4	5.4	"

D. CHRONOMÈTRES DE POCHE observés pendant quinze jours, au plat

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche durée moyenne	Variation durée moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
1	119	Etienne Berset, Brenets	38032	ancre	plat Phillips	-1.07	+0.19	1.3	J. Vogel-Jacot, Locle	
2	74	Paul Pignet-Capt. Brassus	11894	"	"	+4.21	0.21	1.4	"	
3	83	Reichen-Guinand, Brenets	43895	"	"	+0.55	0.24	1.2	"	
4	118	Albert Vuille, Chaux-de-Fonds	21864	"	"	-4.53	0.26	1.9	J.-A. Perret, Chaux-de-Fonds	
5	10	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	19679	"	Breguet	-0.51	0.33	1.8	U. Wehrli,	fabriqu ^e et dépos ^e par Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds
6	403	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	21051	"	plat Phillips	-2.30	0.35	1.8	"	
7	69	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	284307	"	"	-3.13	0.33	2.0	"	
8	84	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	284357	"	"	-2.03	0.34	2.2	"	
9	69	"	206200	"	"	+0.57	0.34	3.0	"	
10	166	"	62041	bascule	cylindrique	-6.30	0.40	4.1	Numa Schilt, Chaux-de-Fonds	fabriqu ^e et dépos ^e par Maurice Woog, Chaux-de-Fonds
11	29	"	20470	"	cyl. à 2 chs. Ph.	-0.16	0.41	3.1	Ch ^r Ziegler, Locle	Ed. Glauser, Locle
12	39	Rod. Uhlmann, Genève	121253	ancre	plat Phillips	+1.95	0.41	2.1	A. Inauen, Chaux-de-Fonds	dépos ^e par A. Inauen, Chaux-de-Fonds
13	499	Paul Pignet-Capt. Brassus	11696	"	Breguet	-0.79	0.39	2.3	"	
14	117	Albert Vuille, Chaux-de-Fonds	21861	"	plat Phillips	-4.85	0.40	2.7	J.-A. Perret,	
15	69	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	206206	"	"	-2.35	0.39	3.2	"	
16	408	"	107791	"	"	-0.65	0.44	1.9	J. Vogel-Jacot, Locle	rép ^t . à min., chron., fabr. et dé ^p . par C. Barbezat-Baillolet, Locle
17	119	Etienne Berset, Brenets	38031	"	"	-2.53	0.44	2.1	"	
18	90	Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds	15683	"	"	-0.63	0.43	1.0	H. Wehrli, Chaux-de-Fonds	
19	37	"	10879	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	+0.15	0.46	1.9	Ch ^r Ziegler, Locle	fabriqu ^e et dépos ^e par Ed. Glauser, Locle
20	12	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	282449	ancre	plat Phillips	-3.35	0.44	3.4	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	répétition à minutes
21	492	James Bertholet, Ponts	48670	"	"	-5.40	0.47	1.9	"	fabr. et dé ^p . par Paul Pignet-Capt. Brassus
22	54	"	11892	"	"	+1.25	0.46	2.2	"	répétition à minutes
23	468	"	107792	"	"	-0.45	0.47	2.3	J. Vogel-Jacot, Locle	fabr. et dé ^p . par Paul Pignet-Capt. Brassus
24	461	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	751349	"	Breguet	-2.13	0.49	1.3	J. Rosselet, Chaux-de-Fonds	rép ^t . à min., chron., fabr. et dé ^p . par C. Barbezat-Baillolet, Locle; rép ^t . à min., chron.
25	44	"	752242	"	"	-6.29	0.50	1.4	"	
26	474	Girard-Perregaux & C ^e ,	273363	"	plat Phillips	+0.29	0.49	3.3	U. Wehrli,	
27	12	"	282497	"	"	-1.89	0.51	3.3	"	
28	85	"	19320	"	"	+2.18	0.51	4.9	H. Wehrli,	dépos ^e par Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds
29	45	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752244	"	Breguet	-1.35	0.54	2.0	J. Rosselet,	
30	10	"	-1814	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	-0.52	0.52	6.3	Ch ^r Ziegler, Locle	» R. Bossert-Perrelet, Locle
31	11	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	206183	ancre	plat Phillips	-3.03	0.54	1.7	"	
32	462	"	6994	"	"	+0.03	0.54	2.0	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	» L.-C. Grandjean, Ponts; grande son, répétition, dé ^p .
33	11	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	206185	"	"	-3.15	0.55	2.0	"	
34	20	"	26471	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	+1.23	0.55	2.0	Ch ^r Ziegler, Locle	fabriqu ^e et dépos ^e par Ed. Glauser, Locle
35	39	"	19335	ancre	plat Phillips	-2.40	0.55	2.0	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	» Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds
36	474	"	6701	"	"	-3.74	0.54	2.3	"	dépos ^e par L.-C. Grandjean, Ponts; répétition
37	167	"	21813	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	-3.98	0.54	2.5	Ch ^r Ziegler, Locle	» R. Bossert-Perrelet, Locle
38	47	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	284355	ancre	"	-1.75	0.54	2.5	J. Rosselet, Chaux-de-Fonds	
39	8	"	16320	"	"	-1.57	0.54	3.0	U. Wehrli,	
40	167	Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds	18257	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	-1.35	0.54	3.2	Ch ^r Ziegler, Locle	fabriqu ^e et dépos ^e par Ed. Glauser, Locle
41	6	"	9078	"	"	-2.72	0.54	4.0	"	
42	13	"	282516	ancre	plat Phillips	-4.61	0.58	2.9	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	» Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds
43	89	Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds	15573	ressort	cl. à 2 chs. Ph. en palladium	-2.45	0.57	3.8	"	
44	37	"	26469	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	+1.23	0.59	3.9	Ch ^r Ziegler, Locle	» Ed. Glauser, Locle
45	118	Albert Vuille, Chaux-de-Fonds	21863	ancre	plat Phillips	-6.30	0.56	4.1	J.-A. Perret, Chaux-de-Fonds	
46	429	Paul Pignet-Capt. Brassus	11665	"	Breguet, en palladium, en argent.	+2.44	0.57	4.1	"	
47	41	Rod. Uhlmann, Genève	121258	"	plat Phillips	-4.15	0.56	4.8	A. Inauen,	dépos ^e par A. Inauen, Chaux-de-Fonds
48	461	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	751350	"	Breguet	-2.67	0.60	1.9	"	
49	500	Schwab Idres, Chaux-de-Fonds	21182	"	plat Phillips	+0.30	0.62	3.5	J. Vogel-Jacot, Locle	» H. Barbezat-Bôle, Locle; répétition, chronogr.
50	50	Rod. Uhlmann, Genève	10949	"	"	-3.03	0.60	3.7	A. Inauen, Chaux-de-Fonds	
51	51	"	10952	"	"	+4.43	0.59	3.2	"	
52	38	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	206199	"	"	+0.03	0.59	4.0	"	
53	84	"	27780	"	"	-1.38	0.59	4.0	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	fabr. et dé ^p . par Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds
54	8	Association Ouvrière, Locle	29391	"	"	-2.80	0.62	2.3	Ch ^r Rosat, Locle	chronographe compteur
55	11	Borel fils & C ^e , Neuchâtel	206182	"	"	-2.69	0.62	2.4	"	
56	21	Paul Pignet-Capt. Brassus	11904	"	Breguet	-7.55	0.64	2.5	"	répétition à minutes
57	118	Albert Vuille, Chaux-de-Fonds	21862	"	plat Phillips	-0.06	0.65	2.6	J.-A. Perret, Chaux-de-Fonds	
58	466	"	60832	bascule	cylindrique	+0.63	0.64	3.4	N. Schilt,	fabriqu ^e et dépos ^e par Maurice Woog, Chaux-de-Fonds
59	50	Rod. Uhlmann, Genève	121255	ancre	plat Phillips	-6.72	0.67	2.8	A. Inauen,	dépos ^e par A. Inauen, Chaux-de-Fonds
60	5	"	27332	"	"	-3.84	0.65	6.8	J. Vogel-Jacot, Locle	rép ^t . à min., chron. compt., dé ^p . par C. Barbezat-Baillolet, Locle
61	471	"	6680	"	"	+2.97	0.68	3.2	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	grande sonnerie, répétition, dé ^p . par L.-C. Grandjean, Ponts
62	45	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752244	"	Breguet	-0.33	0.71	2.9	J. Rosselet,	
63	487	Oskar Steinbranner, Chaux-de-Fonds	18916	"	plat Phillips	-0.43	0.69	3.0	U. Wehrli,	
64	40	Rod. Uhlmann, Genève	121257	"	"	-1.81	0.69	3.4	A. Inauen,	
65	46	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752260	"	Breguet	-6.53	0.69	5.0	J. Rosselet,	dépos ^e par A. Inauen, Chaux-de-Fonds
66	89	"	18315	"	plat Phillips	-5.93	0.73	3.0	H. Wehrli,	» Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds
67	50	R. Bossert-Perrelet, Locle	4170	"	Breguet	-1.19	0.73	3.4	Ch ^r Ziegler, Locle	
68	45	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752245	"	"	-6.14	0.73	5.2	J. Rosselet, Chaux-de-Fonds	
69	13	"	282514	"	plat Phillips	-2.13	0.76	4.7	U. Wehrli,	fabriqu ^e et dépos ^e par Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds
70	58	Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds	19349	"	"	-1.02	0.81	2.6	"	
71	51	Rod. Uhlmann, Genève	109531	"	"	-1.64	0.80	4.0	A. Inauen,	
72	12	Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	282498	"	"	-4.48	0.79	4.2	U. Wehrli,	
73	39	Rod. Uhlmann, Genève	121254	"	"	-4.54	0.79	4.5	A. Inauen,	
74	43	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752241	"	Breguet	-7.23	0.81	5.1	J. Rosselet,	dépos ^e par A. Inauen, Chaux-de-Fonds
75	467	Fritz Dellenbach, Chaux-de-Fonds	1863	"	"	+9.58	0.79	6.2	"	
76	479	"	748136	"	"	-7.72	0.79	8.6	"	
77	6	"	2889	"	plat Phillips	-5.85	0.85	4.9	J. Vogel-Jacot, Locle	fabriqu ^e et dépos ^e par Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds
78	46	Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds	752259	"	Breguet	-2.63	0.87	5.8	J. Rosselet, Chaux-de-Fonds	dépos ^e par H. Barbezat-Bôle, Locle; rép ^t . à minutes
79	50	Paul Dittscheim, Chaux-de-Fonds	19352	"	plat Phillips	-4.95	0.88	5.8	U. Wehrli,	
80	73	"	206199	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	-0.96	0.91	2.3	Ch ^r Ziegler, Locle	fabriqu ^e et dépos ^e par Ed. Glauser, Locle
81	461	"	747540	"	Breguet	+4.85	0.91	4.8	J. Rosselet, Chaux-de-Fonds	» Sandoz & Breitmeyer, Chaux-de-Fonds
82	9	"	10877	bascule	cyl. à 2 chs. Ph.	-1.47	0.91	5.1	Ch ^r Ziegler, Locle	» Ed. Glauser, Locle
83	13	"	292515	ancre	plat Phillips	-1.45	0.92	10.2	U. Wehrli, Chaux-de-Fonds	» Girard-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds
84	466	"	69942	bascule	cylindrique	+3.97	0.95	6.4	N. Schilt,	» Maurice Woog
85	111	Paul Pignet-Capt. Brassus	11946	"	"	-2.77	0.93	3.1	"	
86	48	"	752246	ancre	Breguet	-1.97	0.97	6.2	J. Rosselet,	» Sandoz & Breitmeyer
87	51	Rod. Uhlmann, Genève	109530	"	plat Phillips	-5.42	0.99	7.6	A. Inauen,	
88	93	Paul Pignet-Capt. Brassus	11893	"	"	+4.32	1.10	1.4	"	
89	461	"	69943	bascule	cylindrique	-2.33	1.21	8.0	N. Schilt,	» Maurice Woog

CHRONOMÈTRE DE MARINE

échappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes
 Phillips, balancier Guillaume, à enregistrem^t électrique,
 réglé au temps sidéral par
 H^{ri} Rosat et A. Bourquin, Locle.

N^o 74/9574, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
 le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
juillet 15-16	+0,40	+0,09	+20,8	A l'armoire
16-17	+0,49	+0,16	20,8	»
17-18	+0,65	-0,04	21,0	»
18-19	+0,61	-0,02	21,4	»
19-20	+0,59	+0,07	22,0	»
20-21	+0,66	-0,14	22,2	»
21-22	+0,52	0,00	22,2	»
22-23	+0,52	-0,95	21,8	»
23-24	-0,43	-0,08	1,3	A la glacière
24-25	-0,51	-0,03	1,8	»
25-26	-0,54	+1,06	2,0	»
26-27	+0,52	-0,03	20,0	A l'armoire
27-28	+0,49	+0,15	19,7	»
28-29	+0,64	+1,03	19,3	»
29-30	+1,67	-0,76	33,3	A l'étuve
30-31	+0,91	+0,41	32,8	»
31- 1	-1,32	-0,53	33,2	»
août 1- 2	+0,79	-0,20	19,3	A l'armoire
2- 3	+0,59	-0,15	18,3	»
3- 4	+0,44	-0,15	18,1	»
4- 5	+0,29	+0,19	18,3	»
5- 6	+0,48	+0,02	18,5	»

TABLEAU V.

A. PRIX II (Suite).

Date		Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901		s	s	o	
août	6- 7	-0,50	+0,03	+18,2	A l'armoire
	7- 8	+0,53	-0,13	17,9	>
	8- 9	-0,40	+0,01	18,3	>
	9-10	-0,41	-0,05	19,3	>
	10-11	+0,36	+0,03	20,1	>
	11-12	+0,39	-0,08	19,5	>
	12-13	-0,31	+0,06	19,1	>
	13-14	+0,37	-0,02	18,1	>
	14-15	+0,35	+0,06	18,3	>
	15-16	-0,41	+0,03	18,0	>
	16-17	-0,44	0,00	17,5	>
	17-18	+0,44	+0,04	17,5	>
	18-19	-0,48	-0,10	17,4	>
	19-20	+0,38	+0,09	18,8	>
	20-21	-0,47	-0,11	19,3	>
	21-22	+0,36	+0,16	19,3	>
	22-23	+0,52	-0,09	19,0	>
	23-24	+0,43	+0,12	19,6	>
	24-25	+0,55	+0,04	20,2	>
	25-26	+0,59	-0,08	19,9	>
	26-27	+0,51	+0,09	18,7	>
	27-28	+0,60	-0,02	17,7	>
	28-29	+0,58	-0,09	17,2	>
	29-30	+0,49	-0,07	16,0	>
	30-31	+0,42	-0,13	15,5	>
	31- 1	+0,29	+0,07	16,1	>
sept.	1- 2	+0,36	-0,08	16,8	>
	2- 3	-0,28	+0,08	16,8	>
	3- 4	+0,36	-0,05	16,3	>
	4- 5	+0,31	+0,10	15,5	>
	5- 6	+0,41	-0,03	14,7	>

TABLEAU V.

A. PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
sept. 6- 7	+0,38		+14,8	A l'armoire
7- 8	+0,46	+0,08	15,6	»
8- 9	+0,41	-0,05	15,9	»
9-10	+0,31	-0,10	17,1	»
10-11	+0,53	+0,22	17,5	»
11-12	+0,54	+0,01	16,2	»
12-13	+0,57	+0,03	15,3	»
13-14	+0,27	-0,30	14,7	»
14-15	+0,80	+0,53	14,7	marche 2 h. avec cour. élect.
15-16	+0,97	+0,17	14,6	»
				marche sans cour. élect.
Marche moyenne				+ 0,46
Variation moyenne				$\pm$ 0,08
Variation pour 1° entre les températures extrêmes				+ 0,05
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,14
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,07
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,10
Différence entre les marches extrêmes				1,39
Différence de marche avec et sans courant d'enregistrement				0,24

CHRONOMÈTRE DE MARINE

échappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes

Phillips, balancier Guillaume,

réglé par H^{ri} Rosat et A. Bourquin, Locle.N^o 71/9571, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
mars 11-12	+0,05	+0,08	+ 9,7	A l'armoire
12-13	+0,13	-0,10	9,4	»
13-14	+0,03	+0,11	9,5	»
14-15	+0,14	-0,13	9,4	»
15-16	+0,01	+0,01	9,6	»
16-17	+0,02	-0,09	10,4	»
17-18	-0,07	+0,11	11,2	»
18-19	+0,04	-0,09	10,9	»
19-20	-0,05	+0,03	11,4	»
20-21	-0,02	-0,01	11,7	»
21-23	-0,03	+0,16	11,5	»
22-23	+0,13	+0,06	10,4	»
23-24	+0,19	0,00	10,0	»
24-25	+0,19	-0,11	9,6	»
25-26	+0,08	+0,21	10,2	»
26-27	+0,29	-0,14	10,0	»
27-28	+0,15	+0,08	9,4	»
28-29	-0,23	+0,12	9,2	»
29-30	+0,35	-0,06	8,9	»
30-31	+0,29	-0,03	9,0	»
31- 1	+0,26	0,00	9,4	»
avril 1- 2	+0,26	+0,04	9,5	»

TABLEAU VI.

A. PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1901	s.	s.	o	
avril 2- 3	+0,30	-0,06	+10,7	A l'armoire
3- 4	+0,24	+0,11	0,8	A la glacière
4- 5	+0,35	-0,09	1,0	»
5- 6	+0,26	-0,35	1,2	»
6- 7	-0,09	-0,04	13,0	A l'armoire
7- 8	-0,13	+0,74	12,9	»
8- 9	+0,61	-1,11	13,3	»
9-10	-0,50	+0,37	32,8	A l'étuve
10-11	-0,13	-0,03	32,7	»
11-12	-0,16	+0,43	32,2	»
12-13	+0,27	+0,33	12,6	A l'armoire
13-14	+0,60	-0,18	12,0	»
14-15	+0,42	-0,01	10,9	»
15-16	+0,41	+0,10	10,9	»
16-17	+0,51	-0,21	10,9	»
17-18	-0,30	0,00	10,6	»
18-19	+0,30	-0,01	9,6	»
19-20	+0,29	+0,02	10,7	»
20-21	+0,31	-0,25	11,0	»
21-22	+0,06	+0,08	12,0	»
22-23	+0,14	+0,20	12,0	»
23-24	+0,34	-0,06	12,4	»
24-25	+0,28	-0,17	12,5	»
25-26	+0,11	+0,09	12,5	»
26-27	-0,20	+0,02	12,7	»
27-28	+0,22	+0,11	13,0	»
28-29	+0,33	-0,04	12,8	»
29-30	+0,29	-0,03	11,9	»
30- 1	+0,26	0,00	11,4	»
mai 1- 2	+0,26	+0,04	11,3	»
2- 3	+0,30	+0,11	11,6	»

TABLEAU VI.

A. PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
mai 3- 4	+0,41	-0,06	+11,3	A l'armoire
4- 5	+0,35	-0,11	11,3	»
5- 6	+0,24	-0,05	12,1	»
6- 7	+0,19	-0,09	12,1	»
7- 8	+0,10	+0,20	12,1	»
8- 9	+0,30	+0,02	11,7	»
9-10	+0,32		11,9	»
Marche moyenne				+ 0s,19
Variation moyenne				$\pm$ 0,08
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes				- 0,01
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,22
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,30
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,23
Différence entre les marches extrêmes				1,10

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à ressort-tourbillon, spiral plat Phillips,
réglé par Charles Rosat, Locle.

N° 23153, de l'Association Ouvrière, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
févr. 17-18	-2,2	0,0	+ 8,3	Position horizontale
18-19	-2,2	-0,1	8,3	»
19-20	-2,3	0,0	8,3	»
20-21	-2,3	0,0	8,4	»
21-22	-2,3	0,0	8,3	»
22-23	-2,3	0,0	8,9	»
23-24	-2,3	0,0	8,8	»
24-25	-0,1	+2,2	0,3	» à la glacière
25-26	-2,2	-2,1	8,6	»
26-27	-0,9	+1,3	31,3	» à l'étuve
27-28	-2,7	-1,8	8,8	»
28- 1	-2,5	+0,2	9,2	»
mars 1- 2	-2,6	-0,1	10,2	»
2- 3	-2,5	+0,1	10,2	»
3- 4	-2,6	-0,1	10,3	»
4- 5	-1,3	+1,3	10,3	Position verticale, pendu
5- 6	-1,3	0,0	10,3	»
6- 7	-1,7	-0,4	10,1	»
7- 8	-1,7	0,0	10,4	»
8- 9	-1,5	+0,2	10,4	»
9-10	-1,6	-0,1	10,4	»
10-11	-1,9	-0,3	10,4	»
		-0,5	10,0	»

TABLEAU VII.

B. PRIN IV (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
mars 11-12	-1,4	0,0	+ 9,7	Position verticale, pendu
12-13	-1,4	-0,3	9,4	"
13-14	-1,7	-0,1	9,5	"
14-15	-1,8	-0,2	9,4	"
15-16	-2,0	0,0	9,6	"
16-17	-2,0	+0,1	10,4	"
17-18	-1,9	-0,3	11,2	"
18-19	-2,2	-0,2	10,9	> pendant à gauche
19-20	-2,4	-0,1	11,4	"
20-21	-2,5	+0,3	11,7	pendant à droite
21-22	-2,2	-0,1	11,5	"
22-23	-2,3	-0,2	10,4	Cadran en bas
23-24	-2,5	+0,6	10,0	"
24-25	-1,9	-0,7	9,6	Cadran en haut
25-26	-2,6	-0,1	10,2	"
26-27	-2,7	+0,1	10,0	"
27-28	-2,6	+0,2	9,4	"
28-29	-2,4	+0,1	9,2	"
29-30	-2,3	+0,1	8,9	"
30-31	-2,2		9,0	"
Marche moyenne				-2s,05
Variation moyenne				+ 0,15
Variation pour 1° entre les températures extrêmes				-- 0,03
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				2,1
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,4
Variation du plat au pendu				+ 0,47
Variation du pendu au pendant à gauche				- 0,64
Variation du pendu au pendant à droite				- 0,69
Variation du cadran en haut au cadran en bas				- 0,01
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,12
Différence entre les marches extrêmes				2,6

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à ancre, spiral plat Phillips, balancier
Guillaume,
réglé par U. Wehrli, La Chaux-de-Fonds.

N^o 20312, de M. Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
nov. 20-21	+0,9	—0,4	+13,9	Position horizontale
21-22	+0,5	0,0	14,0	>
22-23	+0,5	+0,1	14,8	>
23-24	+0,6	+0,1	13,7	>
24-25	+0,7	0,0	13,1	>
25-26	+0,7	0,0	14,2	>
26-27	+0,7	0,0	12,0	>
27-28	+0,7	0,0	10,1	>
28-29	+1,6	+0,9	3,2	> à la glacière
29-30	+0,7	—0,9	14,4	>
30- 1	—1,2	—1,9	32,1	> à l'étuve
déc. 1- 2	+0,2	+1,4	15,4	>
2- 3	+0,5	+0,3	14,9	>
3- 4	+0,2	—0,3	16,0	>
4- 5	+0,3	+0,1	17,8	>
5- 6	+0,4	+0,1	18,0	Position verticale, pendu
6- 7	+0,4	0,0	14,9	>
7- 8	+0,9	+0,5	15,9	>
8- 9	+0,9	0,0	17,9	>
9-10	+0,6	—0,3	15,3	>
10-11	+0,2	—0,4	16,1	>
11-12	+0,5	+0,3	15,8	>
		—0,2		

TABLEAU VIII.

B. PRIX V (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
déc. 12-13	+0,3	+0,1	+15,4	Position verticale, pendu
13-14	+0,4	-0,1	15,2	>
14-15	+0,3	-0,1	18,2	>
15-16	+0,2	0,0	15,5	>
16-17	+0,2	+0,4	14,8	>
17-18	+0,6	-0,1	15,2	>
18-19	+0,5	-0,1	14,2	>
19-20	+0,4	+0,3	14,9	>
20-21	+0,7	-0,3	14,6	>pendant à gauche
21-22	+0,4	-1,5	16,4	> >
22-23	-1,1	0,0	15,4	>pendant à droite
23-24	-1,1	-0,2	15,5	> >
24-25	-1,3	-0,1	16,9	Cadran en bas
25-26	-1,4	+1,4	16,6	>
26-27	0,0	+0,5	15,5	Cadran en haut
27-28	+0,5	-0,2	14,3	>
28-29	+0,3	-0,1	15,0	>
29-30	+0,2	+0,2	15,1	>
30-31	+0,4	-0,1	16,5	>
31- 1	+0,3	+0,2	14,9	>
1902 jan. 1- 2	+0,5		14,3	>
Marche moyenne				+ 0s,30
Variation moyenne				+ 0,17
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes				+ 0,10
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,1
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,5
Variation du plat au pendu				- 0,06
Variation du pendu au pendant à gauche				+ 0,10
Variation du pendu au pendant à droite				- 1,55
Variation du cadran en haut au cadran en bas				- 1,66
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,35
Différence entre les marches extrêmes				3,0

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à ancre, spiral plat à 2 courbes Phillips,
réglé par U. Wehrli, La Chaux-de-Fonds.

N^o 15576, de M. Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
oct. 12-13	-2,2	0,0	+10,0	Position horizontale
13-14	-2,2	+0,3	9,5	»
14-15	-1,9	-0,3	9,2	»
15-16	-2,2	+0,3	9,0	»
16-17	-1,9	-0,3	8,9	»
17-18	-2,0	-0,1	8,9	»
18-19	-2,1	+0,3	9,1	»
19-20	-1,8	+1,1	9,5	»
20-21	-0,7	-0,9	3,2	» à la glacière
21-22	-1,6	+0,9	10,0	»
22-23	-0,7	-0,1	30,9	» à l'étuve
23-24	-0,8	-0,1	9,9	»
24-25	-0,9	+0,2	9,5	»
25-26	-0,7	-0,4	9,1	»
26-27	-1,1	+1,2	8,8	»
27-28	+0,1	-0,4	8,6	Position verticale, pendu
28-29	-0,3	-0,1	8,5	»
29-30	-0,4	-0,4	8,2	»
30-31	-0,8	+0,6	8,9	»
31- 1	-0,2	+0,4	12,4	»
nov. 1- 2	+0,2	-0,5	13,0	»
2- 3	-0,3	-0,3	13,7	»

TABLEAU IX.

B. PRIX VIa (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
nov. 3- 4	-0,6	0,0	+13,1	Position verticale, pendu
4- 5	-0,6	+0,5	13,8	»
5- 6	-0,1	0,0	13,8	»
6- 7	-0,1	-0,2	13,4	»
7- 8	-0,3	-0,3	13,3	»
8- 9	-0,6	+0,1	13,8	»
9-10	-0,5	+1,4	13,8	»
10-11	+0,9	-0,2	14,0	» pendant à gauche
11-12	+0,7	-0,7	14,5	» »
12-13	0,0	-0,2	13,7	» pendant à droite
13-14	-0,2	-2,5	13,7	» »
14-15	-2,7	+0,1	14,1	Cadran en bas
15-16	-2,6	+1,2	14,0	»
16-17	-1,4	-0,3	14,7	Cadran en haut
17-18	-1,1	+0,1	14,2	»
18-19	-1,0	-0,1	14,0	»
19-20	-1,1	+0,2	13,8	»
20-21	-0,9	0,0	13,9	»
21-22	-0,9	-0,2	14,0	»
22-23	-1,1		14,8	»
Marche moyenne				- 0s,92
Variation moyenne				+ 0,23
Variation pour 1° entre les températures extrêmes				0,00
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,7
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1,0
Variation du plat au pendu				+ 1,20
Variation du pendu au pendant à gauche				+ 1,12
Variation du pendu au pendant à droite				+ 0,22
Variation du cadran en haut au cadran en bas				- 1,58
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				1,00
Différence entre les marches extrêmes				3,6

CHRONOMÈTRE DE BORD

échappement à ancre, spiral plat Phillips, balancier
Guillaume,
réglé par Hri Rosat et A. Bourquin, Locle.

N^o 9691, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date		Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901		s	s	o	
juin	25-26	+0,5	-0,2	+17,3	Position horizontale
	26-27	+0,3	0,0	17,4	»
	27-28	+0,3	-0,2	17,7	»
	28-29	+0,1	+0,2	18,2	»
	29-30	+0,3	+0,2	19,0	»
	30- 1	+0,5	+0,1	19,0	»
juillet	1- 2	+0,6	0,0	18,0	»
	2- 3	+0,6	-1,7	18,0	»
	3- 4	-1,1	+1,9	1,1	» à la glacière
	4- 5	+0,8	-0,1	17,1	»
	5- 6	+0,7	-0,9	32,4	» à l'étuve
	6- 7	-0,2	-0,1	17,8	»
	7- 8	-0,3	-0,1	17,8	»
	8- 9	-0,4	+0,2	18,3	»
	9-10	-0,2	+0,1	19,7	»
	10-11	-0,1	-0,2	20,2	Position verticale, pendu
	11-12	-0,3	0,0	20,4	»
	12-13	-0,3	-0,4	20,6	»
	13-14	-0,7	-0,4	21,0	»
	14-15	-1,1	+0,2	20,6	»
	15-16	-0,9	-0,2	20,8	»
	16-17	-1,1	+0,1	20,8	»

TABLEAU X.

B. PRIX VI^e (Suite).

Date		Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901		s	s	o	
juillet	17-18	—1,0	0,0	+21,0	Position verticale, pendu
	18-19	—1,0	—0,2	21,4	>
	19-20	—1,2	—0,1	22,0	>
	20-21	—1,3	+0,4	22,2	>
	21-22	—0,9	—0,3	22,2	>
	22-23	—1,2	—0,1	21,8	>
	23-24	—1,3	+3,6	20,5	>
	24-25	+2,3	—0,4	20,2	> pendant à gauche
	25-26	+1,9	—1,9	20,5	>
	26-27	0,0	—0,2	20,0	> pendant à droite
	27-28	—0,2	—0,9	19,7	> >
	28-29	—1,1	—0,1	19,3	Cadran en bas
	29-30	—1,2	0,0	19,4	>
	30-31	—1,2	—0,8	19,4	Cadran en haut
	31- 1	—2,0	+0,5	19,5	>
août	1- 2	—1,5	—0,3	19,3	>
	2- 3	—1,8	0,0	18,3	>
	3- 4	—1,8	+0,2	18,1	>
	4- 5	—1,6	+0,4	18,3	>
	5- 6	—1,2		18,5	>
Marche moyenne					—0,46
Variation moyenne					+0,21
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes					+0,06
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes					0,5
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique					0,8
Variation du plat au pendu					—1,06
Variation du pendu au pendant à gauche					+2,99
Variation du pendu au pendant à droite					+0,79
Variation du cadran en haut au cadran en bas					+0,44
Différence de marche entre la première et la dernière semaine					1,96
Différence entre les marches extrêmes					4,3

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à ancre, spiral plat Phillips, balancier
Guillaume,
réglé par U. Wehrli, La Chaux-de-Fonds.

N° 20309, de M. Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
nov. 20-21	—3,6	—0,4	+13,9	Position horizontale
21-22	—4,0	+0,1	14,0	»
22-23	—3,9	—0,4	14,8	»
23-24	—4,3	0,0	13,7	»
24-25	—4,3	+0,1	13,1	»
25-26	—4,2	—0,2	14,2	»
26-27	—4,4	—0,2	12,0	»
27-28	—4,6	+1,2	10,1	»
28-29	—3,4	—0,5	3,2	» à la glacière
29-30	—3,9	+0,8	14,4	»
30- 1	—3,1	—1,1	32,1	» à l'étuve
déc. 1- 2	—4,2	+0,1	15,4	»
2- 3	—4,1	—0,2	14,9	»
3- 4	—4,3	+0,3	16,0	»
4- 5	—4,0	+0,1	17,8	»
5- 6	—3,9	—0,3	18,0	Position verticale, pendu
6- 7	—4,2	0,0	14,9	»
7- 8	—4,2	0,0	15,9	»
8- 9	—4,2	—0,4	17,9	»
9-10	—4,6	—0,1	15,3	»
10-11	—4,7	—0,2	16,1	»
11-12	—4,9	+0,1	15,8	»

TABLEAU XI.

C. PRIX VII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901				
déc. 12-13	-4,8	0,0	+15,4	Position verticale, pendu
13-14	-4,8	0,0	15,2	
14-15	-4,8	-0,2	18,2	
15-16	-5,0	0,0	15,5	
16-17	-5,0	0,0	14,8	
17-18	-5,0	-0,2	15,2	
18-19	-5,2	+0,1	14,2	
19-20	-5,1		14,8	
Marche moyenne				-4s,36
Variation moyenne				$\pm 0,15$
Variation du plat au pendu				-0,67
Variation pour 1 ^o entre les températures extrêmes				$\pm 0,01$
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,9
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,4
Différence entre les marches extrêmes				2,1

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à ancre, spiral plat Phillips, balancier
Guillaume,

réglé par Hri Rosat et A. Bourquin, Locle.

N^o 9690, de M. Paul-D. Nardin, au Locle.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
juillet 16-17	—1,5	—0,1	+20,8	Position horizontale
17-18	—1,6	—0,2	21,0	»
18-19	—1,8	0,0	21,4	»
19-20	—1,8	0,0	22,0	»
20-21	—1,8	0,0	22,2	»
21-22	—1,8	—0,1	22,2	»
22-23	—1,9	—0,1	1,1	» à la glacière
23-24	—2,0	—0,2	20,5	»
24-25	—2,2	—0,2	20,2	»
25-26	—2,4	—0,2	31,2	» à l'étuve
26-27	—2,6	+0,3	20,0	»
27-28	—2,3	—0,5	19,7	»
28-29	—2,8	+0,2	19,3	»
29-30	—2,6	—0,1	19,4	»
30-31	—2,7	0,0	19,4	»
31- 1	—2,7	—0,1	19,5	Position verticale, pendu
août 1- 2	—2,8	+0,3	19,3	»
2- 3	—2,5	0,0	18,3	»
3- 4	—2,5	+0,1	18,1	»
4- 5	—2,4	—0,3	18,3	»
5- 6	—2,7	—0,1	18,5	»
6- 7	—2,8	+0,5	18,2	»

TABLEAU XII.

C. PRIX VIII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1901	s	s	o	
août 7- 8	-2,3	-0,4	+17,9	Position verticale, pendu
8- 9	-2,7	-0,2	18,3	»
9-10	-2,9	+0,5	19,3	»
10-11	-2,4	-1,3	20,1	»
11-12	-3,7	+0,5	19,5	»
12-13	-3,2	-0,3	19,1	»
13-14	-3,5	+0,1	18,1	»
14-15	-3,4		18,3	»
Marche moyenne				- 2s,48
Variation moyenne				$\pm$ 0,26
Variation du plat au pendu				- 0,71
Variation pour 1° entre les températures extrêmes				- 0,02
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes				0,1
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,8
Différence entre les marches extrêmes				2,2

PROCÈS-VERBAL

DE LA 46^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

AU PALAIS FÉDÉRAL A BERNE

LE 19 AVRIL 1902



46^e séance de la Commission géodésique suisse, le 19 avril 1902.

Présidence de M. le Colonel Lochmann, Président.

La séance est ouverte à 11 heures 5 minutes.

Présents : M. *Rebstein*, professeur au Polytechnicum de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission ; M. *A. Riggensbach*, professeur à l'Université de Bâle ; M. *M. Rosenmund*, ingénieur au Bureau topographique à Berne ; M. le professeur *A. Wolfer*, directeur de l'Observatoire de Zurich.

M. le professeur *Geiser*, président du Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles, assiste à la première partie de la séance.

En ouvrant la séance, le *Président* rappelle qu'il y a aujourd'hui une année et un jour que les membres de la Commission géodésique suisse ont accompagné à sa dernière demeure leur regretté président Adolphe Hirsch, décédé le 16 avril 1901. Le 11 mai suivant, la Commission a tenu sa séance annuelle, dans laquelle elle s'est reconstituée en s'adjoignant deux nouveaux membres. Le Président souhaite la bienvenue à MM. Rosenmund et Wolfer qui siègent pour la première fois dans une séance, mais qui ont, depuis plusieurs mois, été tenus au courant des travaux de la Commission.

Le Président salue aussi, avec reconnaissance, la présence dans le sein de la Commission de M. le Président

du Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles qui veut bien assister à une partie de nos délibérations.

Sur la proposition du Président, l'ordre du jour de la séance est fixé comme suit : 1^o Affaires administratives. — 2^o Travaux géodésiques. — 3^o Nivellement de précision. — 4^o Rapport financier et budgets.

I. — Affaires administratives.

Sur l'invitation du président, le secrétaire rappelle d'abord quelques points qui ont été liquidés ou décidés par correspondance durant l'exercice écoulé :

1) Le volume IX des Publications de la Commission a été terminé l'automne dernier et distribué vers la fin de 1901 d'après des listes d'expédition provisoires établies par MM. Rebstein et Gautier. Il y aura lieu, pour l'avenir, de charger l'ingénieur d'établir des listes définitives. Il conviendra aussi de rechercher un mode meilleur pour l'expédition des publications futures.

2) Au cours d'une correspondance échangée l'automne dernier entre M. Gautier et M. le professeur Helmert, directeur du Bureau central de l'Association géodésique internationale, celui-ci a recommandé à la Commission géodésique suisse, pour les mesures de pendule, l'emploi d'un pendule auxiliaire lourd, du système du Dr Schumann. La Commission a décidé, par correspondance, de suivre ce conseil et M. Helmert a bien voulu se charger de commander cet appareil à M. Töpfer, mécanicien à Potsdam.

3) Vers la même époque, sur l'indication de M. Riggenbach, M. Gautier a demandé à M. Helmert si, éventuellement, M. Niethammer, ingénieur de la Commission, pourrait, au cours de cette année, aller travailler quelque temps à l'Institut géodésique de Potsdam. La réponse de M. Helmert ayant été favorable et notre ingénieur pouvant aller au mois de mai à Potsdam, la Commission est appelée à statuer sur ce point.

La Commission vote d'abord des remerciements à M. le professeur Helmert pour sa complaisance. Elle décide ensuite de déléguer M. Niethammer à Potsdam pour un mois environ avec le programme sommaire suivant : étudier les méthodes en usage à l'Institut géodésique ; déterminer à nouveau les constantes des pendules de Sterneek appartenant à la Commission ; faire des observations de pendule avec l'appareil du Dr Schumann qui sera prêt en mai. La Commission donne pleins pouvoirs à M. Riggenbach pour établir le programme détaillé et pour fixer l'indemnité à accorder à M. Niethammer pour son voyage.

4) Le Président rappelle que M. Niethammer a été nommé définitivement ingénieur de la Commission géodésique suisse dans la séance du 12 mai 1900. Il avait été décidé alors qu'une convention détaillée serait rédigée entre la Commission et M. Niethammer. En réalité, il n'y avait jusqu'à présent, pour régler les relations entre la Commission et son ingénieur, qu'une lettre officielle du 11 juin 1899 adressée par M. Hirsch à M. Niethammer après sa nomination provisoire. Il convenait de donner suite à la décision du 12 mai 1900. M. Riggenbach a eu l'obligeance de préparer un projet de convention qu'il a élaboré d'accord avec M. Niethammer. Le Président y a fait un cer-

tain nombre d'adjonctions. Ce projet est soumis à la Commission qui y apporte quelques modifications de détail et l'approuve. La Convention sera rédigée définitivement et signée par le Président, pour la Commission, et par l'ingénieur.

5) Le secrétaire signale à nouveau l'importance pour la Commission de se constituer une Bibliothèque géodésique propre. La Commission charge son président et son secrétaire de s'occuper de cette question avec l'assistance de l'ingénieur. M. Niethammer a déjà établi le catalogue des livres que possède la Commission. M. Rosenmund déclare à ce propos que, en ce qui concerne les archives de la Commission, un catalogue détaillé a été établi cet hiver. Enfin le Président rappelle que dans le bâtiment qui va bientôt être construit pour le Bureau topographique fédéral, une salle spéciale est réservée pour les archives et la bibliothèque de la Commission géodésique.

La séance est interrompue à midi 25 minutes et reprise à 2 heures 40 minutes.

M. *Niethammer*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance de l'après-midi.

II. — Travaux géodésiques.

M. *Rebstein* résume brièvement le rapport présenté par M. *Niethammer*, rapport qui a été mis en circulation auprès des membres de la Commission.

Extrait du rapport de M. Niethammer sur les travaux astronomiques et géodésiques de l'année 1901.

I. Introduction.

Conformément au programme fixé par la Commission le 11 mai 1901, les travaux ont commencé par des observations de pendule à Bâle et à Zurich à la fin de mai et au commencement de juin. Puis, dans la dernière moitié de juin, M. Niethammer a gagné le sommet de l'Arpille au-dessus de Martigny. Il y a séjourné du 26 juin au 19 juillet avec une courte interruption pour aller chercher à Berne le nouveau théodolite de la Commission et à Bâle un accumulateur pour l'éclairage électrique des instruments. A la fin de juillet il s'est transporté, par Brigue, à la station de Rosswald où il a observé jusqu'au 24 août. M. Niethammer devait ensuite faire des mesures de pendule dans les vallées de Zermatt et de Saas. Mais un accident arrivé au thermomètre des pendules a obligé de changer le programme. M. Riggenbach s'est entendu à ce sujet avec le Président et la saison s'est achevée par des observations astronomiques dans une autre station de la triangulation du Simplon, à Oberried. M. Niethammer y a séjourné du 7 septembre au 13 octobre. Les observations ont été fort entravées par le mauvais temps pendant tout l'été, mais spécialement durant cette dernière période.

Au commencement de décembre, des observations de pendule ont été faites dans le tunnel du Simplon du côté de Brigue.

Les constantes de l'instrument de Repsold ont été déterminées à nouveau et se sont manifestées comme constan-

tes. C'est spécialement le cas pour les *distances des fils* et pour le *run*.

Pour le *niveau de l'axe*, M. Niethammer a trouvé cette année que la division a une valeur de 1".151 ; c'était 1".156 en 1900. Quant au *niveau du cercle des hauteurs*, l'ancien était insuffisant et a été remplacé par un nouveau de chez Repsold. Les divisions de celui-ci ont été déterminées par M. Niethammer qui a trouvé que leur valeur moyenne est de 1".246.

II. *Observations astronomiques.*

1° Les *déterminations du temps* ont été faites comme précédemment par des observations dans le vertical de la Polaire. Il a été fait neuf déterminations de l'heure à la station d'Arpille, douze à celle de Rosswald et douze à celle d'Oberried. Les marches du chronomètre ressortant de périodes d'une certaine durée, accusent une avance assez sensible, surtout dans la dernière station d'Oberried. Cette avance ne s'explique que comme une fonction de la température, laquelle a été souvent basse à Oberried par le fait des chutes de pluie et de neige. Il en a été de même à Brigue, en décembre, pendant les observations à l'Observatoire de l'extrémité nord du tunnel et dans le tunnel.

2° *Station d'Arpille.*

Les observations ont été faites sur un pilier placé excentriquement à 17^m.895 du signal, dans l'azimut de 170° 56' 40". La *latitude* a été, comme d'habitude, déterminée par des mesures de distances zénithales et par des observations dans le premier vertical ; les résultats sont :

	° ' "
Distances zénithales	$\varphi = 46 \ 4 \ 54.99$
Premier vertical.	$\varphi = 54.35$
Moyenne	$\varphi = 46 \ 4 \ 54.67$
Réduction au centre	— 0.57
Latitude astronomique.	$\varphi = 46 \ 4 \ 54.10$

Pour déterminer l'*azimut*, M. Niethammer s'est servi du signal de la Dent de Morcles au nord, en observant dans douze positions du cercle, moitié le matin et moitié le soir. L'*azimut* a été trouvé de $21^{\circ} \ 24' \ 29''.76$ en tenant compte de la réduction au centre.

Sur la demande du Bureau topographique, M. Niethammer a aussi mesuré les angles des directions : Dent du Midi, Dent de Morcles et Catogne. Ces mesures ont été faites avec le nouveau théodolite de Hildebrand dans huit positions du cercle. Les angles ainsi déterminés ont les valeurs suivantes, en tenant compte de la réduction au centre :

	° ' "
Dent de Morcles-Catogne.	86 6 46.59
Dent du Midi-Catogne.	142 4 57.17
Dent du Midi-Dent de Morcles	55 58 9.55

Pour déduire les valeurs de la *déviatiou de la verticale*, il suffit d'employer les valeurs suivantes des coordonnées géodésiques telles qu'elles résultent de la triangulation du Valais exécutée par le Bureau topographique :

	° ' "
Latitude géodésique Arpille	46 4 42.05
Azimut Arpille-Dent de Morcles	21 24 16.80
On trouve alors dans le sens astr. — géod. :	

Déviatiou en latitude	+ 12.05
» azimut.	+ 12.96
Déviatiou totale	17.35 $\alpha = 46^{\circ} 0'$

3^o Station de Rosswald.

Cette station, de même que celle d'Oberried, est pourvue d'un signal spécial semblable à tous ceux de la triangulation du tunnel du Simplon et combiné de façon à ce que l'instrument de mesures puisse être placé au centre du pilier. Les mesures de latitude ont été faites suivant les mêmes méthodes qu'à Arpille. Elles ont donné :

Distances zénithales	$\varphi = 46^{\circ} 18' 33.25''$
Premier vertical	$\varphi = 33.20$
Latitude astronomique	$\varphi = 46^{\circ} 18' 33.22''$

Pour la mesure de l'*azimut*, M. Niethammer s'est servi du signal situé sur le Spitzhorn qu'il avait été reconnaître préalablement. Il a trouvé pour cet azimut la valeur moyenne : $229^{\circ} 50' 10''.12$.

Il y a à remarquer à ce propos la sensible différence des mesures faites le matin et le soir, puis les différences entre les résultats fournis dans une même soirée par les diverses positions du cercle.

Les coordonnées géodésiques sont :

Latitude géodésique Rosswald	46 18 34.38
Azimut » Rosswald-Spitzhorn	229 50 25.08

Il en résulte pour la déviation dans le sens astr. — géod. :

Déviatiôn en latitude	— 1.16
» en azimut	— 14.96
Déviatiôn totale : $14''.34 \alpha =$	$265^{\circ} 22'$

4^o Station d'Oberried.

Le signal semblable à celui de Rosswald se trouve tout à fait au bord de l'arête de la Voralp Oberried. Il aurait fallu aménager les environs pour y placer la cabane d'observation ; mais cela n'a pas été nécessaire, l'observateur et son aide ayant pu trouver un abri dans un chalet vide voisin ; les observations ont donc été faites en plein air et l'éclairage électrique a rendu ici de signalés services. L'instrument a été préservé dans l'intervalle des observations par un manteau en fer-blanc qui se vissait au signal.

Les observations ont montré que le signal n'était pas d'une fixité absolue et que la position de l'observateur n'était pas sans influence. M. Niethammer a donc établi tout autour un plancher primitif et il a fait les mesures de distances zénithales dans douze positions du cercle au lieu de huit. Pour les mesures dans le premier vertical, il s'est manifesté que, sous l'influence de l'insolation, puis du refroidissement nocturne, la partie sud du pilier s'abaissait pendant chaque nuit d'observation. On n'a pu obvier que partiellement à cet inconvénient en garantissant le pilier pendant le jour au moyen de couvertures. Les résultats des observations sont :

Distances zénithales	$\varphi = 46^{\circ} 20' 35.20''$
Premier vertical	$\varphi = 34.35$
Latitude astronomique	$\varphi = 46^{\circ} 20' 34.78''$

Pour l'azimut, M. Niethammer s'est servi du signal de

la station de Rosswald et il a trouvé pour cet azimut la valeur : $142^{\circ} 44' 29''.53$.

Les coordonnées géodésiques ayant les valeurs :

Latitude géodésique Oberried	$46^{\circ} 20' 53''.39$
Azimut » Oberried-Rosswald	$142^{\circ} 44' 26''.95$

On trouve pour la déviation de la verticale :

Déviation en latitude	— 18.61
» en azimut	+ 2.58
» générale : $18''.79$ $\alpha = 172^{\circ} 28'$	

Si l'on réunit toutes les valeurs obtenues pour la déviation de la verticale dans la région du Simplon, on obtient le petit tableau suivant :

STATION	ρ''	α°
Oberried	18.8	172.5
Brigue (Observatoire) . .	7.7	223.7
Rosswald	14.3	265.4
Hospice du Simplon . .	9.6	316.6
Iselle (Observatoire) . .	11.6	106.7

III. — Observations de pendule.

Suivant la méthode adoptée l'année précédente, les observations ont été faites en 1901 sans employer de pilier. Le support des pendules a reposé directement sur le sol. A Bâle, les mesures ont été faites à l'endroit accoutumé ; à Zurich, dans la cave sous la bibliothèque de l'Observatoire ; à Arpille, M. Niethammer a fixé le support directement sur le rocher ; à Rosswald sur le soubassement du signal en ciment.

Partout les observations ont été faites avec l'aide du chronomètre de Nardin n° 34. Sa marche a été obtenue

par comparaison avec les pendules fondamentales à Bâle et à Zurich. Pendant la campagne, sa marche a été déterminée par des observations de l'heure. Les observations de pendule ont été répétées à Bâle au mois de novembre, mais elles ne peuvent pas être comparées à celles du commencement de l'été, parce que le thermomètre des pendules a été cassé dans le transport à Charlottenburg où il était envoyé précisément pour déterminer ses constantes. D'après les indications de son constructeur, M. Fuess, sa correction était inférieure à $\pm 0^{\circ}1$. On peut cependant se servir des observations du mois de novembre à Bâle pour y rapporter celles faites en décembre à Brigue et dans le tunnel, le même thermomètre ayant été employé pour ces observations.

Lors des observations de pendule à Brigue et dans le tunnel, afin d'obtenir des valeurs aussi certaines que possible pour les marches du chronomètre, il a été procédé de la façon suivante, après entente entre MM. Riggenbach et Gautier : On a employé, outre le chronomètre de Nardin n° 34 appartenant à la Commission, trois autres chronomètres : l'ancien chronomètre de Dubois de la Commission, un chronomètre de Nardin n° 53 appartenant à l'Observatoire de Genève et un chronomètre de Nardin n° 24 appartenant au Bernoullianum et réglé sur le temps moyen. Pour éviter les changements de température et surtout les températures basses de la saison pour ces chronomètres auxiliaires, ils ont été placés, non à l'Observatoire, mais dans un des bureaux de l'entreprise du tunnel où régnait une température très constante de 15° à 18° . Tous ces chronomètres étaient comparés régulièrement à plusieurs reprises entre eux par la méthode des coïncidences, ainsi qu'au chronomètre de Nardin, avant et après les détermi-

nations de l'heure à l'Observatoire et pendant les observations de pendule à l'Observatoire et dans le tunnel à la 19^e traverse au kilomètre 3.5. M. Pidoux, astronome à l'Observatoire de Genève, a prêté son concours pour toutes ces observations. Il se tenait en permanence au bureau qui servait de station chronométrique, station qui était reliée téléphoniquement et télégraphiquement avec la station de pendule dans le tunnel.

La marche du chronomètre n° 34 qui servait aux observations, a naturellement varié le plus à cause des transports et des changements de température. Les autres ont fourni des marches meilleures et, en tenant compte de toutes les marches et de toutes les comparaisons, M. Niethammer a obtenu des résultats beaucoup meilleurs qu'au printemps de 1901.

Le petit tableau suivant contient le résumé des résultats obtenus pour les mesures de pendule en 1901 en prenant, comme précédemment, $g = 9^m80799$ à Bâle :

STATION	g (valeur observée):
	^m
Zurich.	9.80678
Arpille	160
Rosswald	165
Brigue (Observatoire) .	440
» (tunnel, km. 3.5)	373

Pour Zurich, on trouve au vol. VII des Publications, p. 201, la valeur $g = 9^m80674$ qui concorde bien. Pour l'Observatoire de Brigue, les mesures exécutées en 1900 avaient donné, en très bonne concordance, 9^m80443 . Quant aux mesures exécutées à la 19^e traverse, dans des conditions de temps déplorable, au printemps de 1901, elles avaient donné 9^m80342 .

Sur la demande de MM. Gautier et Riggénbach, M. *Niethammer* donne les indications verbales suivantes sur les observations de pendule qu'il vient d'exécuter à Pâques 1902 dans le tunnel à l'occasion de la vérification de l'axe par M. Rosenmund :

Il a été procédé d'une façon analogue à ce qui avait été fait en décembre 1901, en employant les mêmes chronomètres qu'alors, sauf celui de Dubois qui était remplacé par la nouvelle pendule de Riefler récemment livrée à la Commission. M. Pidoux, de l'Observatoire de Genève, a de nouveau prêté son concours pour cette détermination. La pendule de Riefler a été installée à l'Observatoire de Brigue, mais comme la communication téléphonique entre l'Observatoire et le tunnel n'a pas pu être obtenue, il a fallu constituer, au moyen des chronomètres de Nardin n^{os} 24 et 53, une station chronométrique dans le bureau de l'entreprise, de même qu'en décembre 1901. Malheureusement, la jonction téléphonique entre le bureau et le tunnel fonctionnait très difficilement et les comparaisons entre la station de pendule au kilomètre 5.4 et la station chronométrique, ont été très intermittentes.

A cause du mauvais temps, M. Niethammer n'a pu faire qu'une détermination de l'heure dans la nuit du 28 au 29 mars, avant les observations de pendule. La marche du chronomètre n^o 34 qui servait aux observations a donc dû être déterminée soit par des comparaisons avec les autres chronomètres et la pendule de Riefler, soit par les durées d'oscillation des pendules dans les deux séries d'observations faites à l'Observatoire avant et après les observations dans le tunnel où régnait une température de 29°.

En tenant compte de toutes les conditions dans lesquelles les observations ont été faites, M. Niethammer conclut à

la valeur suivante de la pesanteur au kilomètre 5.4 du tunnel.

Brigue (tunnel, km. 5.4) $g = 9^m80332$.

M. *Rebstein* constate que M. *Niethammer* a bien rempli le mandat qui lui avait été confié par la Commission en 1901. Le programme a été partiellement modifié, mais il n'a pas été raccourci. Les mesures faites par l'ingénieur présentent l'exactitude voulue. M. *Rebstein* a soumis les chiffres du rapport à quelques vérifications et les erreurs moyennes des résultats sont petites. La seule divergence un peu forte est celle de 0.85 entre les valeurs de la latitude astronomique de la station d'Oberried obtenues par les deux méthodes. Mais le calcul des erreurs moyennes montre que cette divergence dépend des erreurs accidentelles et n'infirme en rien la valeur des observations. M. *Rebstein* conclut que les travaux de l'ingénieur sont satisfaisants.

Si l'on compare les valeurs trouvées par M. *Niethammer* pour les déviations de la verticale dans les stations du réseau du Simplon avec celles que M. *Rosenmund* avait calculées au moyen des masses visibles, on constate une bonne concordance. Il n'y a donc pas de défaut de masse dans cette région des Alpes.

M. *Rosenmund* a été tout spécialement intéressé par la partie du rapport qui traite des déviations de la verticale dans les stations de la triangulation du Simplon en raison du travail qu'il a consacré à cette triangulation. ¹

¹ Special-Berichte der Direktion der Jura-Simplon-Bahn an das schweiz. Eisenbahndepartement über den Bau des Simplontunnels. Erster Teil : Die Bestimmung der Richtung, der Länge und der Höhenverhältnisse. Bearbeitet von M. *Rosenmund*, Ingenieur des eidg. topographischen Bureau. — Bern, 1901.

Si l'on compare les valeurs de la déviation de la verticale obtenues par M. Niethammer avec celles qui résultent du calcul des masses visibles, on peut établir le tableau suivant qui accuse certainement une concordance satisfaisante :

	DÉVIATION EN LATITUDE			DÉVIATION EN LONGITUDE		
	mesurée.	calculée sur les masses.	différence.	mesurée.	calculée sur les masses.	différence.
	"	"	"	"	"	"
Oberried .	— 18.6	— 20.5	— 1.9	+ 2.5	+ 5.4	+ 2.9
Brigue .	— 5.7	— 7.2	— 1.6	— 3.0	— 2.5	+ 0.5
Rosswald .	— 1.2	— 5.0	— 3.8	— 14.3	— 13.0	+ 1.3
Iselle .	— 3.3	— 6.5	— 3.2	+ 11.1	+ 14.2	+ 3.1
		Écart max.	2.2		Écart max.	2.6
Arpille .	+ 12.0	+ 15.8	+ 3.8	+ 12.5	+ 4.5	— 8.0
		(+ 20.7)	(+ 8.7)		(+ 2.6)	(— 9.9)

Pour la station d'Arpille, qui n'est pas située dans le massif du Simplon, les chiffres entre parenthèses ont été obtenus en calculant les masses jusqu'à une distance de 86 kilomètres ; les autres résultent d'un calcul pour lequel il n'a été tenu compte des masses que jusqu'à une distance de 40 kilomètres. La différence est très sensible. Les calculs de la déviation de la verticale au moyen des masses visibles ont été exécutés pour cette station par M. Wild, ingénieur au Bureau topographique.

La faible variation des différences pour les stations du Simplon confirme ce que M. Scheiblaue¹ disait, il y a quelques années, à savoir que « pour certains usages on peut estimer les déviations de la verticale avec un degré suffisant d'exactitude en tenant compte de la forme du terrain ». M. Rosenmund range donc dans le nombre des cas où

¹ *Das schweizerische Dreiecknetz*, vol. V, p. 400.

cette assertion se justifie, une triangulation d'étendue limitée dans la haute montagne.

En ce qui concerne la station d'Arpille, la concordance est moins bonne, surtout dans le sens du parallèle. On peut l'expliquer en partie par l'incertitude de la détermination de l'azimut géodésique. En effet, les triangles adjacents au côté Arpille-Dent de Morcles, lesquels ont été mesurés il y a douze ans, présentaient un écart de clôture de 6" à 8". C'est pour cela que le Bureau topographique a demandé que M. Niethammer mesurât à nouveau les angles à Arpille, pendant que M. Wild faisait un travail analogue à la Dent de Morcles. Ce travail de vérification n'a pas révélé d'erreur ; la clôture est aussi peu satisfaisante qu'avant, et l'on ne peut faire que des hypothèses en ce qui concerne la cause de l'écart.

Quant aux communications télégraphiques et téléphoniques dans le tunnel du Simplon, elles sont défectueuses. Les ingénieurs de l'entreprise en souffrent eux-mêmes. Il y aura lieu de demander, au nom de la Commission, que ces communications soient améliorées pour le moment de la prochaine vérification de l'axe et des observations de pendule.

Les autres membres de la Commission ayant également donné leur approbation au rapport de M. Niethammer, le *Président* conclut que les travaux de l'ingénieur sont bons et sont acceptés comme tels par la Commission.

Programme des travaux pour la campagne de 1902.

M. *Riggenbach* rappelle l'accident du thermomètre des pendules, qui a obligé de renoncer à une partie du programme de l'année dernière. Il en est résulté que, au lieu

de faire des observations de pendule dans les vallées des Vièges de Zermatt et de Saas, M. Niethammer a déterminé une station astronomique de plus, celle d'Oberried. D'accord avec M. Rebstein, avec lequel il a correspondu à ce sujet, M. Riggenschbach propose de reprendre au programme de cette année ce qui avait été prévu à celui de 1901. M. Niethammer aura prochainement l'occasion d'étudier à Potsdam les nouvelles méthodes de mesure, et il pourra les appliquer, à son retour, dans une série de stations. Il y aura lieu d'y joindre une mesure de latitude au-dessus de Zermatt, au Riffelberg ou au Gornegrat. M. Riggenschbach ne croit pas qu'il y ait, durant l'été, place pour un programme beaucoup plus étendu, M. Niethammer ayant un service militaire au mois de septembre. Mais, après ce service, il pourrait encore faire des observations astronomiques à la station de Rämél, qui est facilement accessible d'après une reconnaissance faite récemment.

M. *Rebstein* appuie les propositions de M. Riggenschbach.

M. *Rosenmund* propose de faire les observations de latitude de préférence au Riffelberg, point pour lequel les mesures trigonométriques sont faites avec une exactitude suffisante. Ce n'est pas le cas pour le Gornegrat.

Avec l'assentiment du Président et des autres membres de la Commission, le programme des travaux de l'ingénieur pour 1902 est établi comme suit : 1^o Travaux à l'Institut géodésique de Potsdam et raccordement à une station de pendule suisse. 2^o Observations de pendule dans les vallées de Zermatt et de Saas ; les stations de pendule dont les noms sont mis en avant et qui pourront être éventuellement modifiées après étude sur place sont : Viège, Stalden, Saint-Nicolas, Randa, Zermatt, Riffelberg, Gorn-

grat, Lac Noir, Cabane Bétemps, Cabane du Trift, puis Saas-Grund ou Saas-Fee, Mattmark. Il sera fait une détermination de la latitude au Riffelberg. 3^e Détermination de la latitude et de l'azimut à la station de Râmel.

Plan des travaux futurs de la Commission.

MM. *Gautier* et *Riggenbach* proposent que le plan général des travaux de la Commission pour l'avenir soit mis en discussion dans la séance de ce jour au moins sous la forme d'un tour de préconsultation.

M. *Rebstein* est d'accord pour une discussion préliminaire, mais croit qu'il faudra établir une sous-commission dont ferait partie M. Rosenmund, sous-commission qui aurait le mandat de présenter un rapport à la prochaine séance de la Commission. On pourrait aussi charger M. Rosenmund seul de présenter ce rapport, car il connaît à fond les travaux trigonométriques déjà faits en Suisse.

M. *Rosenmund* approuve beaucoup l'idée d'un programme de travaux pour un certain nombre d'années, auquel on pourrait se tenir dans la fixation des travaux de chaque campagne. Puisque son nom a été mis en avant, il demande seulement, vu son entrée toute récente dans la Commission, la collaboration de un ou deux de ses collègues. Il appuie donc la proposition de nommer une sous-commission de deux ou trois membres. Il croit aussi qu'une discussion dans cette séance serait fort utile, afin de guider la sous-commission dans son travail.

Sur la proposition du *Président*, la discussion générale est ouverte en présence de la carte générale au 1/270 000 confectionnée l'année dernière par M. Niethammer et

tenue à jour par lui. Les résultats de cette discussion peuvent être résumés comme suit, en ce qui concerne les différentes régions de la Suisse où les travaux devront être dirigés dans les années suivantes :

Suisse orientale. — M. *Rebstein* rappelle que la Commission a toujours en vue des travaux dans la vallée du Rhin. On avait parlé de mesures à la station de Dreischwestern et sur d'autres points.

M. *Rosenmund* a été mis au courant des stations du canton des Grisons par M. Reber, ingénieur du Bureau topographique. M. Reber recommande comme station astronomique le point Frastenzersand, situé aussi dans la principauté de Lichtenstein, d'où on voit le Gâbris, le Pfänder et le Säntis, et qui est facilement accessible. Une reconnaissance de l'ingénieur sera cependant nécessaire.

M. *Gautier* rappelle que les observations de pendule dans l'Engadine et environs n'ont pas encore été réduites. Il faudra probablement retourner dans ces régions-là.

Suisse méridionale. — MM. *Gautier* et *Rebstein* ont été très intéressés par les détails que M. *Rosenmund* a donnés précédemment (p. 18) sur les mesures d'angles dans le Valais. Ils estiment qu'il faudrait tirer au clair les causes de l'écart de clôture de quelques secondes dans les triangles entre les stations : Dent de Morcles, Dent du Midi, Arpille et Catogne.

Quelques noms de stations sont mis en avant et M. *Rosenmund* estime que les mesures pourraient être reprises prochainement par le Bureau topographique sur la Dent du Midi. Il suggère aussi que la Commission pourrait faire faire des mesures de latitude et d'azimut à la station de Catogne, qui fournirait ainsi un point de repère sûr pour les mesures de l'avenir dans toute cette région. Il im-

porterait, à cette station, de mesurer à nouveau l'angle entre Arpille et Dent de Moreles.

Le *Président* résume la discussion, puis fait voter sur la proposition de nommer une sous-commission.

La Commission décide de constituer une sous-commission de deux membres chargée de l'étude d'un programme général de travaux pour les années prochaines. Sur la proposition du *Président*, cette sous-commission est composée de MM. Rebstein et Rosenmund qui rapporteront soit en automne, soit dans la prochaine séance annuelle ordinaire de 1903.

Instrumentes et nouveaux appareils.

M. *Riggenbach* présente à la Commission le dessin de l'appareil du Dr Schumann qui a été commandé à M. Töpfer, à Potsdam, par l'entremise de M. Helmert.

La pendule de Riefler est arrivée à temps pour pouvoir être utilisée pour les observations de pendule à Brigue, à Pâques. Elle semble fonctionner normalement depuis qu'elle est installée à l'Observatoire du Bernoullianum à Bâle.

Pour remplacer les thermomètres des pendules de Sterneek cassés l'année dernière, M. *Riggenbach* a pris sur lui d'en commander trois nouveaux. Il demande pour cela un bill d'indemnité qui lui est immédiatement accordé. M. Niethammer rapportera ces instruments à son retour de Potsdam.

M. *Riggenbach* rappelle aussi que, sur l'avis conforme de la Commission, l'instrument universel de Repsold a, l'hiver dernier, été expédié à ses constructeurs pour subir

différentes réparations et modifications. L'instrument est de retour, et les réparations semblent, d'après une première inspection, avoir très bien réussi.

Au cours de sa correspondance avec MM. Repsold, il avait été question de transformations plus importantes encore à l'instrument. MM. Repsold avaient proposé l'installation de l'éclairage électrique pour les cercles de l'instrument, puis d'y introduire un micromètre impersonnel qui rendrait de nombreux services. Mais comme les constructeurs ne pouvaient pas s'engager à livrer l'instrument muni de ces nouvelles installations pour le commencement de juin, M. Riggenbach a renoncé à soumettre ces améliorations à ses collègues avant la séance et elles seront remises à plus tard si la Commission les approuve.

M. *Wolfer* recommande vivement l'application à l'instrument de Repsold d'un micromètre impersonnel, qui pourrait être facilement adapté à l'oculaire actuel de la lunette. Le coût doit être de 500 francs environ. Si la Commission se décidait à reprendre des mesures de différences de longitude, cette transformation de l'instrument serait très précieuse.

Après une courte discussion, la Commission décide que M. Riggenbach continuera l'étude de cette transformation avec MM. Repsold, et que la décision sera prise par correspondance à la fin de la campagne.

M. *Riggenbach* rappelle encore que le chronomètre de Nardin N° 34 a, durant les deux dernières observations de pendule à Brigue, accusé d'assez fortes variations suivant la température. Il demande à se mettre en rapports avec M. Nardin pour étudier la substitution au balancier

du chronomètre d'un nouveau balancier en acier-nickel, système Guillaume, qui a donné déjà de bons résultats pour d'autres chronomètres de Nardin.

Cette proposition, appuyée par M. Gautier, est adoptée par la Commission.

M. *Gautier* signale à ses collègues les nouveaux appareils pour la mesure des bases qu'il a eu l'occasion de voir l'automne dernier à Paris, au Bureau international des poids et mesures, lors de la réunion de la troisième Conférence générale des poids et mesures.

Le premier appareil est une règle de base de 4 mètres de longueur destinée au service géographique de l'armée française et construite par la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, sur les indications de MM. Benoit, directeur, et Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des poids et mesures. Elle est en acier-nickel très peu dilatable, à section en H avec talons, de 40^{mm} de côté et enfermée dans une boîte en aluminium. La description de cet appareil se trouvait déjà dans les comptes-rendus de la XIII^{me} Conférence géodésique internationale¹, et se retrouve plus complète dans ceux de la III^{me} Conférence des poids et mesures².

La deuxième catégorie d'appareils³ sont des fils également en invar, destinés, d'après le procédé de M. Jäderin, à la mesure rapide des bases. Des fils semblables ont déjà servi à la mesure des bases au Spitzberg. Ils mesurent 24 mètres de longueur et ont donné des résultats très satisfaisants d'après les renseignements fournis à M. Guillaume par MM. Jäderin et Hansky. On trouve d'ailleurs des indications sur leur emploi pour la mesure des bases au Spitzberg, dans le rapport de M. O. Back-

¹ Comptes-rendus des séances de la XIII^{me} Conférence générale de l'Association géodésique internationale. II^{me} volume, p. 436.

² Comptes-rendus des séances de la III^{me} Conférence générale des poids et mesures, p. 93. — Mémoires du Bureau international. Volume XII.

³ Id., p. 97.

lund, directeur de l'Observatoire de Poulkovo¹. Il en résulte que la base principale du Spitzberg, longue de 6225 mètres, a été mesurée deux fois (aller et retour), en quatre jours, et que les mesures isolées ne diffèrent de la moyenne que de 8^{mm}. On a constaté également que les fils d'invar n'avaient subi aucune modification entre les deux étalonnages auxquels ils avaient été soumis.

A l'occasion de la séance, M. *Rosenmund* avait préparé dans la salle une exposition d'instruments trigonométriques et de nivellement que les membres de la Commission ont examinés avec intérêt.

Ce sont d'abord des instruments, propriété de la Commission géodésique suisse :

1^o Le théodolite à microscopes de 21 cm. des ateliers de M. Hildebrand, à Freiberg.

2^o Un instrument de nivellement de précision des ateliers de MM. Kern et C^e, à Aarau.

Puis, appartenant au Bureau topographique fédéral :

3^o Un théodolite à microscopes de 21 cm., à répétition, des ateliers de MM. Kern et C^e.

4^o Un théodolite à microscopes de 21 cm., à répétition, des ateliers de M. Hildebrand.

5^o Un instrument de nivellement de précision des ateliers de MM. Breithaupt et fils, à Cassel.

6^o Une mire de nivellement à compensation, du système des mires du nivellement général de la France.

Publications.

M. *Gautier* a eu l'occasion de s'entretenir avec quelques-uns de ses collègues du prochain volume des publications de la Commission. Il résulte de ces entretiens

¹ Jahresbericht über die Thätigkeit der K. Nicolaï Hauptsternwarte. 1900 Aug. 4 bis 1901 Aug. 1. Saint-Pétersbourg, 1901, p. 28.

qu'il y aurait avantage à attendre, pour commencer la publication des travaux faits au Simplon, que ceux-ci soient achevés, de manière à en faire un volume spécial. M. Gautier se rangerait assez volontiers à cet avis, ce qui modifierait les décisions prises dans la dernière séance ¹, mais la question demande à être étudiée.

M. Rosenmund appuie vivement cette idée. Il estime que toutes les mesures faites dans les environs du Simplon devraient être réunies en un volume et que, d'une façon générale, il vaudrait mieux réunir pour la publication les travaux faits dans une même région.

L'examen de cette question est renvoyée à la sous-commission qui vient d'être constituée.

M. Rosenmund fait la communication rectificative suivante à un passage du volume IX des publications de la Commission :

Aux pages 184-187 du volume IX de « *Das schweizerische Dreiecknetz* », M. le Dr Messerschmitt a publié un travail intéressant sur la détermination de la longueur du tunnel du Saint-Gothard. Dans cette étude, M. Messerschmitt fait la comparaison entre la longueur du tunnel calculée par M. le Dr Koppe d'après la triangulation qu'il avait faite et au moyen de la base mesurée par M. l'ingénieur Gelpke dans la plaine d'Andermatt, et la longueur qu'il obtient en se servant des triangulations plus récentes du Bureau topographique fédéral, lesquelles sont rattachées au réseau géodésique de premier ordre. M. Messerschmitt en déduit, pour le côté Loitascia-Boggia projeté sur la surface de niveau de 1100^m d'altitude, une longueur de 4414^m.92. M. le professeur Rebstein fournit pour cette même longueur, à la page 239 du même volume, la valeur : 4415^m.01 projeté sur l'horizon de la mer, ce qui correspond à 4415^m.77

¹ Procès-verbal de la 45^{me} séance, p. 22.

projeté sur le niveau de 1100^m. Il est à remarquer que M. Rebstein s'est servi des mêmes données figurant à la page 151 du volume IX. C'est la valeur de M. Rebstein qui est exacte. Elle correspond, à 7 cm. près, à celle qu'on obtient au moyen des coordonnées des points trigonométriques du Bureau topographique calculées avec une compensation moins complète.

Il y a donc là un désaccord de 0^m85. Si l'on admet les résultats plus sûrs de la page 239 du volume IX, la longueur du tunnel du Saint-Gothard ressort plus faible de 3^m7 que la longueur calculée par le Dr Koppe. Le calcul de M. Messerschmitt donnait une longueur trop faible de 6^m8.

Il faut également rectifier la remarque de M. Messerschmitt à la page 187 du dit volume disant que la base d'Andermatt avait été mesurée avec un ruban d'acier de 20 mètres. Il est vrai que, en 1869, M. Gelpke a mesuré de cette façon une base de 1450^m.44. Ses publications de 1870 dans le *Civil-Ingénieur* et son rapport de 1871¹ se rapportent à cette base. Mais, en 1872, M. Gelpke a répété cette opération avec un appareil construit tout exprès sur les indications du professeur J. Wild. M. Rosenmund n'a pas eu connaissance de publications se rapportant à cette seconde mensuration, mais la description soit de l'appareil employé, soit des opérations exécutées, se trouve dans les archives de l'administration des chemins de fer du St-Gothard, et le Bureau topographique a pu en prendre copie.

Il en résulte que, en 1872, M. Gelpke a obtenu pour sa base, par deux mensurations successives, les valeurs : 1430^m.535 et 1430^m.510; il a adopté finalement la deuxième valeur. C'est sur ces résultats de 1872 et sur les rattachements qui s'y rapportent que M. le Dr Koppe avait fondé ses calculs, et il avait calculé la longueur du tunnel à 15852^m.6.

La différence de 20^m entre les deux bases de 1869 et 1872 montre qu'elles n'étaient pas identiques. Si l'on s'en tient à la base et aux rattachements de 1869, on obtient pour la longueur du tunnel : 15849^m.5, valeur de 3^m.1 plus courte et qui est presque identique à celle que fournissent les nouvelles triangula-

¹ Bericht über die Bestimmung der St-Gotthard-Tunnelaxe, 1871.

tions rattachées au réseau géodésique. On en conclura donc que la base de 1869, quoique mesurée par des moyens assez primitifs, donne de meilleurs résultats que la base de 1872, dont la valeur semble entachée de fortes erreurs de mensuration ou de calcul.

III. — Nivellement de précision.

M. *Rosenmund* résume brièvement les conclusions du rapport rédigé par lui pour le Bureau topographique et qui a été mis en circulation auprès des membres de la Commission. Voici le texte de ce rapport :

Rapport du Bureau topographique fédéral à la Commission géodésique suisse sur les travaux de nivellement exécutés en 1901.

A part quelques nivellements de raccordement destinés à déterminer l'altitude de signaux trigonométriques, le Bureau topographique n'a pas nivelé de lignes nouvelles en 1901. En revanche, le repérage des anciennes lignes de nivellement et leur revision par des opérations de contrôle ont été poursuivis avec d'autant plus d'intensité.

1^o Nivellements de contrôle.

a) *Bienne-Sonceboz-Saint Imier*. — Nivellement exécuté par M. l'ingénieur H. Frey, avec deux mires. Comme cela a déjà été signalé, ce nivellement de contrôle a été rendu nécessaire par une série de différences, provenant de nivellements récents, qui avaient été constatées lors du raccordement avec la France à Morteau, puis à La Chaux de Fonds, Saint Imier, Neuchâtel et Bienne. La nouvelle

ligne de contrôle ferme le polygone Saint Imier-Hauts Geneveys-Neuchâtel-Bienne-Sonceboz-Saint Imier qui s'appuie au polygone Saint Imier-La Chaux de Fonds-Vue des Alpes-Hauts Geneveys-Saint Imier, établi dans les années 1897 à 1899. Ces deux polygones ont été nivelés à nouveau avec deux mires simultanément, tandis qu'en 1865 le second polygone, le plus petit, n'avait été nivelé à double que sur de courts tronçons et que le premier polygone, le plus grand, avait été en majeure partie nivelé à double (1865-1867).

Le petit tableau suivant donne les erreurs de clôture, P, des polygones, pour les anciens et les nouveaux nivellements :

	1865—1867			1897—1901		
	Polygone		Erreur admise	Polygone		Erreur admise
	km.	P		km.	P	
NF 6 Saint Imier — NF 7 Chaux de Fonds — $\odot$ 55 Hauts Geneveys — NF 6	60.6	6	23	49.6	8	24
NF 6 — NF 2 Neuchâtel — NF 21, Bienne — NF 22 Sonceboz — NF 6 . .	88.5	60	28	95.2	48	29

Pour les opérations de 1897 à 1901, on obtient dans le petit polygone, en calculant séparément les résultats des deux mires, une différence de 8^{mm} sur 49.6 km. Sur le parcours Saint Imier-Hauts Geneveys du grand polygone, cette différence est de 8^{mm} sur 21.5 km. et, pour le reste de ce polygone, de 10^{mm} sur 73.7 km. (On a séparé le grand polygone en deux parties parce que les mires employées avant 1899 étaient différentes de celles employées plus tard, ce qui rendait inadmissible une comparaison pour le

parcours total.) Les sections des nivellements de 1865-1867 qui ont été nivelées à double présentent une bonne concordance ; mais l'erreur de clôture du grand polygone est plus grande que le double de la tolérance. Après la compensation des erreurs sur le parcours des deux nouveaux polygones et en considérant le NF2 à Neuchâtel comme intact (le repère NF2 est scellé dans le roc et plusieurs nivellements ont démontré que sa différence de niveau par rapport au NF168 (Neuchâtel, Hôtel de Ville), concorde avec celle qui est indiquée dans le « Catalogue des hauteurs »), on obtient, pour les résultats, le tableau suivant :

REPÈRES	Hauteur au-dessus de la Pierre du Niton		Différence
	Nivellement 1865/1867	Nivellement 1897/1901	
	m	m	m/m
NF 2, Neuchâtel (gare)	+ 406.959	+ 406.959	0
⊙ 5, Neuveville . .	+ 61.588	+ 61.544	— 44
NF 24, Bienne . . .	+ 65.865	+ 65.820	— 45
⊙ 44, Taubenloch . .	+ 469.741	+ 469.680	— 61
⊙ 48, La Hutte-Sonceboz	+ 255.532	+ 255.445	— 87
NF 22, Sonceboz . . .	+ 279.210	+ 279.148	— 92
NF 6, Saint-Imier . .	+ 437.686	+ 437.491	— 195
⊙ 48, Cibourg . . .	+ 700.284	+ 700.443	— 141
NF 7, Chaux-de-Fonds.	+ 645.356	+ 645.259	— 97
⊙ 43, Vue des Alpes .	+ 792.547	+ 792.380	— 137
NF 5, Pâquier . . .	+ 523.960	+ 523.877	— 83
⊙ 48, Malvilliers . .	+ 476.259	+ 476.185	— 74

L'augmentation de la différence entre les résultats des deux nivellements marche de pair avec l'accroissement de l'altitude des repères. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'on ne possède pas de données exactes sur la longueur effective des mires du premier nivellement, par

suite du manque de comparaisons avec l'étalon. La forte différence entre Neuchâtel et Bienne, qui est aussi forte entre Neuchâtel et Neuveville, reste néanmoins inexplicable. Elle doit provenir d'une erreur systématique ou grossière dans l'exécution du nivellement, plutôt que d'un changement local. Le NF6, Saint Imier, paraît avoir subi un tassement.

En calculant les raccordements avec le nivellement de la France, au Locle et au Col de France, sur la base des nouveaux nivellements, on obtient comme altitude de la Pierre du Niton, 373^m648.

Les autres raccordements à la France avaient fourni une valeur moyenne de 373^m640. (Voir procès-verbal de 1901, p. 31.)

En prenant les chiffres du « Catalogue des hauteurs », le raccordement du Locle aurait donné 373^m537.

Pour rechercher les causes de cette forte différence, on avait, en 1892, refait à double le nivellement entre La Chaux de Fonds et le Col de France et une fois celui de Col de France à Morteau (voir procès-verbaux de 1892 et 1893). Après cette revision, les raccordements avaient fourni, pour la Pierre du Niton, une altitude de 373^m549.

Dans le calcul de ces chiffres, il a été tenu compte, pour les nivellements suisses, de la correction orthométrique.

Ce n'est donc qu'à l'aide de la nouvelle mensuration des deux polygones reliant Neuchâtel et Saint Imier à La Chaux de Fonds et de la nouvelle détermination du NF7 à La Chaux de Fonds, que le raccordement avec la France, entre le Locle et Morteau, a pu trouver une solution satisfaisante.

b) Brienz-Grimset-Gletsch. — Nivellement exécuté par

M. le Dr J. Hilfiker, avec deux mires. — En 1880, la Commission géodésique suisse avait fait exécuter, sur cette ligne, un double nivellement par M. l'ingénieur Autran. Comme les résultats des deux nivellements différaient d'une trop forte quantité l'un de l'autre (400^{mm} sur 40 km.) et comme les polygones de raccordement présentaient des différences inadmissibles (281 et 101^{mm}), on n'a pas fait entrer cette ligne dans le calcul général de répartition des erreurs. Après la construction de la nouvelle route du Grimsel, on a eu la possibilité de procéder à un contrôle et d'opérer avec plus de sûreté que sur l'ancien chemin muletier. Le nouveau nivellement a été exécuté en partant de Brienz dans la direction du col du Grimsel. A cause du mauvais temps persistant, la dernière section, sur territoire valaisan, a été exécutée en sens contraire, donc en partant de Gletsch pour aboutir au col.

Sur le versant bernois, on a pris comme point de départ le $\odot$ 46 au « Halteli » près du pont de « Wyler » ; ce repère est taillé dans le roc. Les résultats obtenus séparément, au moyen des deux mires, concordent, sur tout le parcours nivelé, à quelques millimètres près, et ferment à leur point extrême sans aucune discordance.

Le tableau suivant donne la comparaison entre les anciens et les nouveaux nivellements :

REPÈRES		Distance	NIVELLEMENTS 1880				NIVELLEMENT 1901		Dim. 1901 avec	
			Aller	Retour	Moyenne	Date	m	m/m	Retour 1880	
		km.	m	m	m				1880	
⊙ 46, Halteli.	.	7.3	+ 49.363 ₂	+ 49.312 ₀	+ 49.338	18-25 VI	+ 49.357	- 6	+ 45	
NF 236, Meiringen	.	3.6	+ 63.263 ₄	+ 63.231 ₉	+ 63.248	28-29 VI	+ 63.263	± 0	+ 34	
⊙ 3, Willigen	.	4.0	+ 42.720 ₇	+ 42.699 ₈	+ 42.710	28-29 VI	+ 42.710	- 44	+ 40	
⊙ 4, Kirchet.	.	4.3	- 39.864 ₆	- 39.874 ₅	- 39.867	4-3 VII	- 39.864	+ 4	+ 41	
⊙ 5, Kirchet.	.	3.6	- 2.450 ₈	- 2.483 ₀	- 2.467	5-10 VII	- 2.465	- 14	+ 48	
⊙ 7, Innerkirchen.	.	4.6	+ 94.056 ₂	+ 94.051 ₀	+ 94.054	6-9 VII	+ 94.047	- 9	- 4	
⊙ 9, Urweid.	.	7.3	+ 330.520 ₇	+ 330.451 ₇	+ 330.486	9-30 VII	+ 330.522	+ 4	+ 70	
⊙ 15, Guttannen	.	4.4	+ 59.296 ₆	+ 59.280 ₅	+ 59.289	6-11 VII	+ 59.285	- 12	+ 4	
⊙ 16, Tschingelbrücke.	.	4.7	+ 71.969 ₀	+ 71.945 ₂	+ 71.957	7-18 VII	+ 71.959	- 10	+ 44	
⊙ 18, Schwarzbrunnenbrücke	.	0.9	+ 64.666 ₇	+ 64.660 ₉	+ 64.664	12-18 VII	+ 64.667	± 0	+ 6	
⊙ 19	.	0.9	+ 35.334 ₅	+ 35.319 ₈	+ 35.326	12-17 VII	+ 35.322	- 10	+ 2	
⊙ 20	.	4.3	+ 105.037 ₄	+ 105.029 ₃	+ 105.033	13-17 VII	+ 105.027	- 40	- 2	
⊙ 21, Handegg	.	7.4	+ 396.942 ₆	+ 396.875 ₆	+ 396.909	18 VII - 9 IX	+ 396.912	- 31	+ 36	
⊙ 28, Spitalboden	.	0.7	+ 61.803 ₀	+ 61.804 ₇	+ 61.802	7-10 IX	+ 61.801	- 2	- 4	
NF 238, Grimsel, hospice	.	5.0	+ 299.383 ₄	+ 299.386 ₇	+ 299.385	17-29 IX - 4-13 X	+ 299.387	+ 4	± 0	
NF 239, Grimsel, col	.	6.8	- 460.718 ₁	- 460.769 ₉	- 460.744	48 IX - 2 X	- 460.702	+ 46	+ 68	
NF 159, Gletsch	.	51.5	+ 1438.323 ₉	+ 1437.924 ₇	+ 1438.423					
NF 159 — ⊙ 46							+ 4438.232	- 93	+ 108	

Les conclusions que nous pouvons tirer de ce tableau comparatif sont les suivantes :

1) La meilleure des deux opérations de 1880 était sans contredit l'opération d'aller (dans le sens Brienz-Gletsch). Par conséquent, il y avait avantage à n'employer que les résultats de cette opération pour le calcul des cotes publiées dans le « Catalogue des hauteurs » (voir « Catalogue des hauteurs », page 53, remarque). Néanmoins, cette opération d'aller présente aussi, par rapport au nouveau nivellement, des différences trois à quatre fois plus grandes que l'erreur admissible. L'opération de retour de 1880 présente même des différences huit à neuf fois plus fortes que l'erreur admissible.

2) Dans le nivellement de 1880, l'opération d'aller, Brienz-Gletsch, et l'opération de retour, Gletsch-Brienz, n'ont pas été exécutées chacune en une fois d'un bout à l'autre. Les carnets d'observation montrent que les opérations d'aller et de retour ont été exécutées par tronçons de un ou de quelques kilomètres, nivelés à double les uns après les autres. Par conséquent, les fortes différences qui existent entre le nivellement total d'aller et celui de retour ne sauraient être attribuées exclusivement aux variations de longueur des mires, comme on pourrait le supposer d'après la variation systématique des différences et comme on l'a déjà conclu¹.

3) Entre les nivellements de 1901 et ceux de 1880, les différences sont presque uniformément négatives par rapport à l'opération d'aller de 1880 et positives par rapport à l'opération de retour. Cela pourrait provenir d'une erreur systématique, peut-être d'un tassement de la mire

¹ Dr Messerschmitt. « Ueber die Veränderlichkeit der Nivellirlatten. » *Schweiz. Bauzeitung*, vol. 23, nos 5 et 6.

et de son pied dans l'intervalle entre la visée d'avant et la visée d'arrière.

4) Les différences trop grandes sur certains parcours peuvent être attribuées au fait que l'exécution du nivellement du Grimsel de 1880 avait été confiée à un ingénieur qui n'avait encore jamais fait de nivellements étendus et qui ne possédait par conséquent pas l'expérience nécessaire pour mener à bien un travail aussi difficile que l'est un nivellement de montagne sur de mauvais chemins.

c) *Lucerne-Meggen*. — Nivellement fait par M. le Dr Hilfiker. Le nivellement de contrôle, exécuté en 1899 sur ce parcours, avait donné, par rapport aux chiffres du « Catalogue des hauteurs », une différence de 20^{mm} sur 12.5 km. qui indiquait un affaissement du ☉ 29 à Meggen. On a estimé pouvoir donner à cette constatation un caractère absolu de sûreté. Le dernier nivellement de contrôle concorde à 5^{mm}.6 près avec celui de 1900 (tolérance 8^{mm}.4).

d) *Saint-Blaise-Morat*. — Un nivellement de contrôle, exécuté en 1892 sur le parcours Neuchâtel-Morat, avait montré que tous les repères bien conservés situés dans ce bas fond, s'étaient affaissés par suite de la correction des eaux du Jura. Comme on peut le constater par le tableau ci-dessous, le nivellement de 1901 démontre qu'il s'est produit un nouvel affaissement dans cette région depuis 1892 :

REPÈRES	Hauteur au-dessus de la Pierre du Niton		
	D'après le catalogue des hauteurs	Nivellement 1892	Nivellement 1901
NF 168, Neuchâtel . . .	+ 63.389	+ 63.389	+ 63.389
⊙ 42, Anet.	+103 019	—	+103.000
⊙ 47, Sugy.	+ 59.898	+ 59.807	+ 59.766
⊙ b, » (extrémité de la base) . .	+ 59.266	+ 59.480	—
⊙ b*, Sugy (extrémité de la base) . .	—	+ 59 262	+ 59.205
NF 47, Morat	+ 80 639	+ 80 639	+ 80.639

2° *Revision des repères d'anciens nivellements.*

Le tableau suivant renseigne sur l'état des lignes de nivellement repérées en 1901 et sur le nombre des nouveaux repères qui y ont été placés :

LIGNE	Nombre des repères du catalogue des hauteurs	Anciens repères jugés			REPÈRES contrôlés, trouvés		Repères nouveaux
		Intacts	Douteux et à contrôler	Perdus	intacts	changés	
Bienne-Saint Imier . .	49	—	14=58 0/0	8=42 0/0	14	49	
Saint Blaise-Morat . .	23	4= 4 0/0	12=52 0/0	10=44 0/0	12	20	
Neuchâtel-Chasseral . .	44	5=11 0/0	—	39=89 0/0	—	7	
Chaumont-Pâquier . .	8	—	—	8=100 0/0	—	—	
Pierrabot-Dombresson .	9	—	4=44 0/0	8=89 0/0	4	2	
Morat-Portalban- } Payerne-Rue }	81	52=64 0/0	9=44 0/0	20=25 0/0	9	55	
Nyon-La Cure. . . .	22	7=32 0/0	2= 9 0/0	13=59 0/0	2	16	
Morges-Neuchâtel . .	56	10=18 0/0	—	46=82 0/0	—	13	
Sachselsn-Brünig- } Interlaken-Thoune }	63	29=46 0/0	13=24 0/0	21=33 0/0	—	77	
Aarburg-Lucerne . .	37	7=19 0/0	2= 5 0/0	28=76 0/0	—	71	

3° *Remarques diverses.*

En 1901, le Bureau topographique fédéral a publié la livraison 12 du recueil : « Les Repères du nivellement de précision de la Suisse » qui contient les lignes Brigue-Furka-Andermatt-Schwyz-Pfäffikon, Schwyz-Lucerne, Gollau-Rigi. Les lignes suivantes sont en préparation pour être publiées : Martinsbruck-Silvaplana, Tiefencastel-Julier-Silvaplana-Maloja, Chiavenna-Splügen-Thusis ; puis Lucerne-Zoug-Sattel, Cham-Bremgarten-Brugg, Aarburg-Lucerne.

Dans le but de fixer les bases hypsométriques nécessaires à la publication d'une nouvelle carte de la Suisse, le Bureau topographique fédéral a chargé M. le Dr Hilflinger d'étudier la question du point de départ des altitudes, ainsi que la question de l'altitude du NF (RPN) scellé sur la Pierre du Niton à Genève. Ce travail, rédigé avec le plus grand soin, se base sur de nombreuses publications (de l'Association géodésique internationale, etc.) relatives à ces questions. Il sera publié prochainement par le Bureau topographique fédéral.

4° *Programme pour les travaux de nivellement de l'année 1902.*

Pour l'année 1902, le Bureau topographique fédéral a prévu l'exécution des travaux de nivellement suivants :

Repérage des points sur toutes les lignes établies sous la direction de la Commission géodésique qui n'ont pas encore été revisées jusqu'à présent. Ce sont les lignes suivantes :

Andermatt-Oberalp-Reichenau, Hospenthal-Saint Gothard-Bellinzone, Bellinzone-Chiasso, Bellinzone-Locarno-Domodossola-Iselle, Morat-Fribourg. — Longueur totale : 340 km. environ.

En outre, le Bureau a l'intention d'exécuter un nouveau nivellement à partir de Spiez, par le Simmenthal à Gessenay (Saanen)-Château d'Ex-Bulle et Romont.

M. *Rebstein* a lu le rapport de M. Rosenmund avec le plus grand intérêt. Les résultats obtenus en 1901 sont très réjouissants et concluants. Il a été particulièrement intéressé par les résultats obtenus en ce qui concerne le niveau du repère de la Pierre du Niton. La cote de 373^m.64 peut-elle, dans l'opinion de M. Rosenmund, être considérée comme à peu près définitive, et remplacera-t-elle la cote 373^m.54 indiquée comme la plus probable dans la 9^e livraison du « Nivellement de précision de la Suisse » ?

M. Rebstein rappelle aussi la question soulevée par lui l'année dernière de l'opportunité de publier les nouveaux résultats obtenus pour les hauteurs des repères de la Suisse, en complément au « Catalogue des hauteurs suisses ».

M. *Gautier* se joint aux félicitations adressées à M. Rosenmund pour les travaux de nivellement exécutés par le Bureau topographique en 1901. Il demande à M. Rosenmund pourquoi les travaux recommandés au Bureau topographique dans la séance du 11 mai 1901 ne figurent pas au programme de cette année.

M. *Rosenmund* répond à ces différentes questions :

Niveau de la Pierre du Niton. — Le travail exécuté par M. le Dr Hilfiger, en appliquant la correction orthomé-

trique, a diminué les différences qui existaient entre les raccordements de la Suisse avec la France, d'une part, et ceux avec l'Allemagne, d'autre part. MM. Helmert et Boersch ont reconnu que les nivellements présentent des erreurs systématiques, et que leurs erreurs moyennes sont souvent plus grandes que les différences de hauteur qui en résulteraient entre les différentes mers. Il est à présumer que, sous ce rapport, les récents nivellements exécutés en France sont supérieurs aux autres; ils amènent en tous cas à une meilleure concordance entre le niveau de l'Océan et celui de la Méditerranée. M. Hilfiker estime actuellement qu'il conviendrait d'adopter comme cote fondamentale du repère de la Pierre du Niton le chiffre de 373^m.6 sans préciser le nombre de centimètres.

Publication. — M. Rosenmund ne voit pas l'intérêt qu'aurait la Commission géodésique à publier les résultats des nivellements récents qui sont déjà contenus dans les publications du Bureau topographique. Il ne comprend pas non plus l'utilité de publier les cotes, rapportées au niveau de la mer, de tous les repères du *Catalogue des hauteurs suisses*, puisque plus de la moitié de ces repères sont perdus. Il ne voit cependant pas d'inconvénient à ce que ces questions soient discutées.

Vœux de la Commission en 1901. — Le nivellement de contrôle d'une section de la route du Simplon a été remis à plus tard. Le Bureau topographique a l'intention de procéder en même temps au nivellement à travers le tunnel, quand il sera achevé, et à un nouveau nivellement de la route par dessus la montagne.

En ce qui concerne le repère de Bienne, il a été vérifié en 1901 par le Taubenloch et Sonceboz, et ce nouveau nivellement n'a pas diminué la différence antérieurement

constatée. Il est probable que la cote du repère de Bienne, telle qu'elle figure dans le *Catalogue des hauteurs suisses*, est inexacte ; il existe probablement une erreur en un point de la ligne Neuchâtel-Neuveville ; au reste, il est probable que tous les nivellements de cette région sont entachés d'erreurs systématiques.

Quant au Grand Saint-Bernard, dont il a été aussi question à la séance de 1901, la route du côté italien est en construction. Elle sera probablement achevée en 1903. L'Institut géographique de Florence s'est engagé à procéder alors au nivellement sur le versant italien, et le nivellement sur le versant suisse se fera à la même époque.

M. *Rebstein* comprend les objections de M. Rosenmund à la publication de l'ensemble des derniers travaux de nivellement. On pourrait peut-être n'en publier qu'une partie. Il propose de renvoyer l'étude de cette question à la sous-commission déjà constituée pour s'occuper du programme futur des travaux géodésiques. Approuvé.

Le *Président* constate avec satisfaction que les raccordements avec les différents pays limitrophes de la Suisse ont amené à des résultats que l'on peut qualifier de très satisfaisants.

Le *Président* remercie aussi M. Rosenmund pour son rapport et, sur sa proposition, la Commission approuve le programme des travaux pour la campagne de nivellement de 1902.

IV. Rapport financier. Budgets.

M. *Rosenmund* présente, en qualité de trésorier, le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1901. Les comptes bouclés à la fin de l'année ont été approuvés par le Président de la Commission et par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, puis transmis au Département fédéral de l'Intérieur.

La Commission remercie M. *Rosenmund* de sa gestion financière.

géodésique suisse pour l'exercice de 1901.

1901	<i>Dépenses.</i>	Fr. Cent.	
		Fr.	Cent.
	<i>Pour l'Ingénieur de la Commission :</i>		
	Traitement de l'ingénieur pour 1901 (Niethammer)	3500,—	
	Indemnités de déplacement. » »	1484,—	
	Frais de voyage » »	262,05	
	Frais de bureau, petits achats, magasinage, réparations, etc. (Niethammer).	490,55	5136,60
	<i>Frais des stations :</i>		
	Aides et dépenses des aides (Niethammer).	893,20	
	Transport des instruments et de la cabane, établissement des stations (Niethammer).	896,25	
	Indemnité pour collaboration aux travaux de l'ingénieur à Brigue (M. Pidoux).	88,—	1877,45
	<i>Nivellement de précision</i> (Bureau topogr.).		3000,—
	<i>Acquisition et réparation d'instruments</i> (Nardin, Hildebrand, Dill, Bigler, Klingelfuess, Peyer, Fuess).		2316,75
	<i>Frais d'impression.</i> Vol. IX, « Das schweizerische Dreiecknetz » et Procès-verbal de 1901 (Zürcher et Furrer, Attinger).		1390,50
	<i>Travaux spéciaux pour le vol. IX.</i> « Das schweizerische Dreiecknetz. » (Messerschmitt, Suter, Rebstein.)		2315,—
	<i>Séance de la Commission géod. suisse en 1901</i> (col. Lochmann, prof. Gautier, prof. Rebstein, prof. Riggerbach).		399,60
	<i>Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1901</i> (M. 800)		987,90
	<i>Imprévu et divers :</i>		
	Réassurance de l'ingénieur et des aides.	82,50	
	Frais de bureau, achat de cartes, magasinage, etc. (Bureau topogr., Hartmann, colonel Lochmann, prof. Gautier, Privat, Krieg, Zullig, commissionnaire, Grahner, Klingelfuess, frais de transport.)	306,50	389,—
1902	Total		17842,80
30 janv.	<i>Solde à nouveau</i>		3465,96
			21278,76
	Berne, le 10 février 1902.		
	M. ROSENMUND.		
	Vu le 12 février 1902.		
	Le Président		
	de la Commission géodésique suisse,		
	J.-J. LOCHMANN.		

La Commission s'occupe ensuite à établir le budget rectifié pour 1902 et un budget provisoire pour 1903. En ce qui concerne le premier, M. *Gautier* fait remarquer que le poste de « Frais de représentation à la Conférence de l'Association géodésique internationale » disparaîtra ; MM. van de Sande Bakhuyzen et Helmert lui ont communiqué que la XIV^{me} Conférence ne se réunira qu'en 1903.

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1902.

Recettes.

Solde actif de 1901	Fr. 3465 96
Allocation fédérale pour 1902	» 15800 —
	Fr. 19265 96

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 3500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	» 3000 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	» 2800 —
Frais de nivellements	» 3000 —
Acquisition et réparation d'instruments	» 4500 —
Frais d'impression	» 500 —
Séance de la Commission géodésique suisse	» 500 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'Association géodésique internationale pour 1902	» 987 90
Imprévu et divers	» 478 06
	Fr. 19265 96

BUDGET PROVISOIRE POUR 1903

Recettes.

Allocation fédérale pour 1903 Fr. 15800 —

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 3500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	» 1800 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	» 2000 —
Frais de nivellements	» 3000 —
Acquisition et réparation d'instruments	» 1000 —
Frais d'impression	» 1800 —
Séance de la Commission géodésique suisse	» 500 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'Association géodésique internationale pour 1903	» 1000 —
Frais de représentation à la Conférence de l'Association géodésique internationale	» 1000 —
Imprévu et divers	» 200 —
	<u>Fr. 15800 —</u>

La séance est levée à 6 heures 5 minutes.

Le Secrétaire,
R. GAUTIER.

Le Président,
Colonel LOCHMANN.







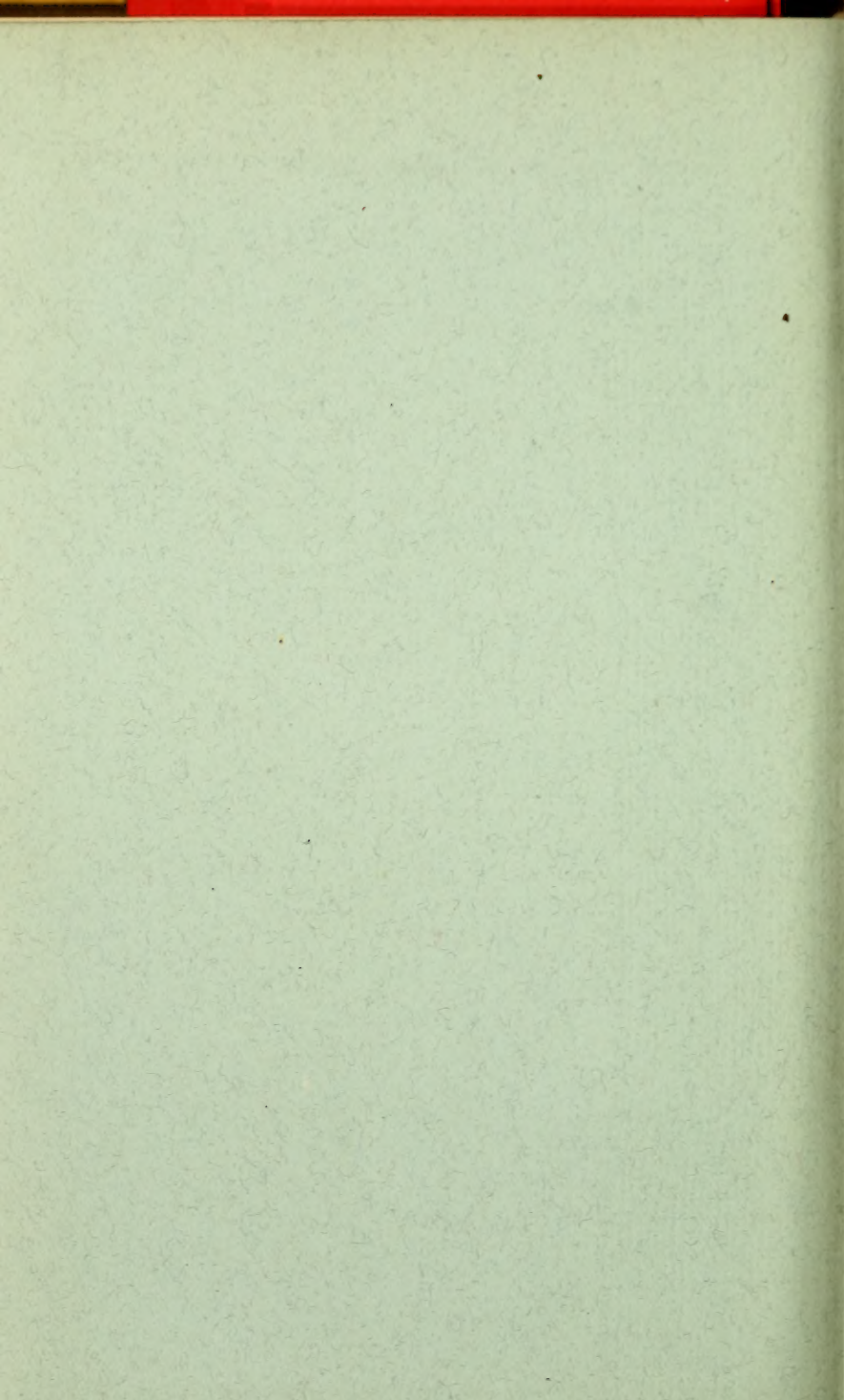
La liste des ouvrages reçus, publiée à la fin du Bulletin, tient lieu d'accusé de réception.

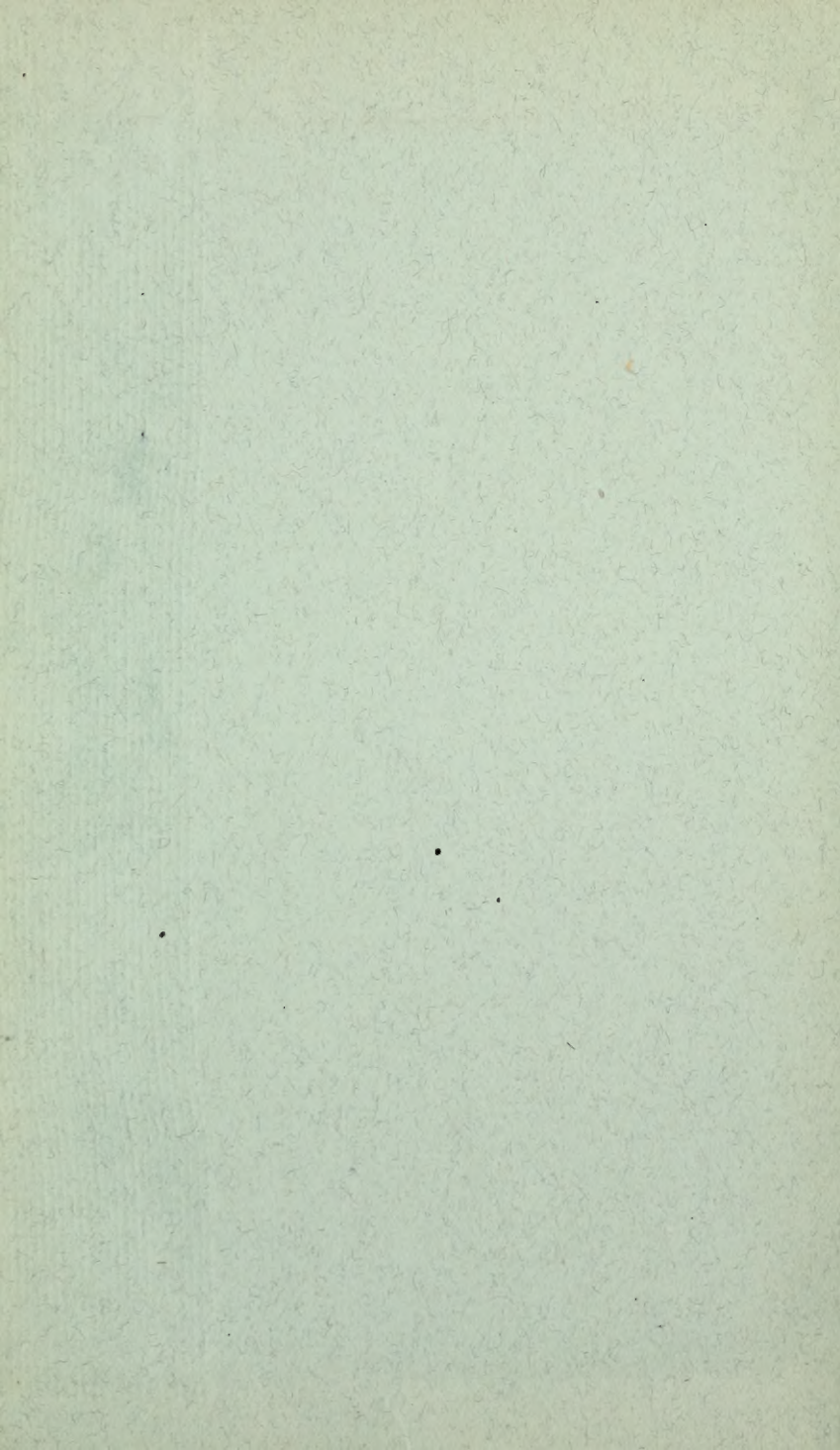
On peut se procurer les publications suivantes de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles en s'adressant au secrétaire-rédacteur :

Mémoires, vol. I-IV.

Bulletins, t. IV-XXX.

Notes laissées par L. Couleru sur les papillons qu'il a observés dans les cantons de Neuchâtel et de Berne, de Saint-Blaise à la Neuveville et de Jolimont à Chasseral, de 1829 à 1850.





AMNH LIBRARY



100135674